BHS I B 283

DER BETRIEB

DER

STEINKOHLENBERGWERKE.

[illegible]

DER BETRIEB

DER

STEINKOHLENBERGWERKE

VON

CH. DEMANET,
Belgischem Regierungs-Bergingenieur und Kohlengruben-Director.

Bayerische Berg-, Hütten- und Salzwerke Aktiengesellschaft
Bibliothek:
Gruppe: I B
B Nr. 283

ÜBERSETZT UND MIT EINZELNEN ANMERKUNGEN VERSEHEN

VON

C. LEYBOLD,
Königl. Preussischem Bergassessor und Bergwerks-Director.

MIT 475 HOLZSTICHEN.

BIBLIOTHEK
DER K.B.GENERAL-
BERGW.U.SALINEN-
ADMINISTR.

BRAUNSCHWEIG,
DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.
1885.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Alle Rechte vorbehalten.

VORWORT DES VERFASSERS.

Der Verfasser hat vor einigen Jahren einen Grundriss des Steinkohlengrubenbetriebes veröffentlicht. Der Erfolg dieser Schrift ging über die Erwartungen hinaus und veranlasste den Verfasser, nach dem gleichen Plane eine vollständige Darstellung des Gegenstandes auszuarbeiten.

Die hierbei festgehaltenen Gesichtspunkte waren in kurzen Worten folgende:

Es wurde in erster Linie nur der eigentlich bergmännische Betrieb zum Gegenstande genommen und die übrigen beim Kohlenbergbau mitspielenden Zweige der Technik bei Seite gelassen, weil diese letzteren zweckmässiger aus besonderen Werken studirt werden dürften.

In Folge dieses Grundsatzes konnte die für die Lectüre nur lästige Beigabe von besonderen Tafeln, detaillirten Plänen u. s. w. vollständig entbehrt werden. Der Verfasser ist der Ansicht, dass die in den Text eingefügten Figuren für die Darstellung der rein bergmännischen Betriebszweige durchaus genügen werden; er hat sich dabei angelegen sein lassen, die Skizzen so einfach und leicht verständlich zu halten, dass lange, oft ermüdende Beschreibungen überflüssig wurden.

Zur Erläuterung der Art und Weise, wie der Verfasser den Gegenstand behandeln zu müssen geglaubt hat, mögen einige Beispiele dienen.

In dem Capitel über die Wetterführung ist in erster Linie alles dasjenige berücksichtigt, was die Vertheilung der Wetter in den Grubenbauen betrifft, und über die in der Praxis vorkommenden Ventilationsapparate nur eine gedrängte Uebersicht gegeben, hingegen alles ins Maschinenfach Schlagende ganz ausser Acht gelassen. Wenn übrigens dieses letztere interessant ist, so ist es der erstgedachte Punkt gewiss noch weit mehr, und gerade er ist es, der den Bergmann unausgesetzt beschäftigen soll.

In dem Capitel über die Schachtförderung sind hauptsächlich die Einzelheiten, welche die tägliche Sorge des Bergtechnikers bilden, berücksichtigt, z. B. die Construction und Unterhaltung der Leitungen, der Fördergerippe, der Seile u. s. w. Was hingegen die Fördermaschinen betrifft, so sind nur die Elemente gegeben, welche den Bergwerksbetreiber in den Stand setzen, dem Maschinenbauer die nöthigen Bedingungen zu stellen.

Bei dem Capitel über die Wasserhaltung wurden ebenfalls hauptsächlich nur diejenigen Punkte behandelt, welche speciell den Bergmann interessiren, wie das Auftreten der Wasser in der Grube, die Mittel zur Beseitigung der durch ihr Vorhandensein häufig entstehenden Belästigungen, die Vorsichtsmaassregeln gegen Wasserdurchbrüche u. s. w. Von den Wasserhaltungsmaschinen ist nur so viel gesagt, als der Bergwerksbetreiber wissen muss, um bei einer Neuanlage das System auszuwählen und dem Maschinenbauer die nöthigen Angaben zu machen.

Für die Darstellung des eigentlichen Abbaubetriebes ist ein von dem gewöhnlichen etwas abweichender Weg gewählt worden. Es werden nämlich zunächst in einer mehr allgemeinen Weise alle die beim Abbau vorkommenden Arbeiten, ohne Rücksicht auf die speciellen Abbausysteme, behandelt. Die Abbausysteme werden, gleichsam als Beispiele für die Anwendung der verschiedenen Regeln, erst nach Behandlung der rollenden Förderung und der Wetterführung betrachtet. In der That spielen diese beiden letzteren Punkte bei der Wahl des Abbausystemes eine besonders grosse Rolle; ohne ihre Berücksichtigung können die einzelnen Abbausysteme gar nicht beurtheilt werden. Um hierfür ein treffendes Beispiel zu geben, so sind die meisten englischen Abbausysteme speciell unter dem Gesichtspunkte einer kunst-

mässigen Wetterführung ausgebildet und die Beschreibung dieser Systeme würde keinen Nutzen gewähren, wenn man nicht zuvor die Lehre von der Wetterführung behandeln wollte.

Ganz besonderes Gewicht wurde auf die Angabe der Maassregeln zur Verhütung von Unglücksfällen gelegt, da dieser Punkt mit zu den hauptsächlichsten Sorgen eines Betriebsleiters zu gehören hat.

Der Verfasser hat sich bemüht, das Werk so abzufassen, dass es mit Vortheil nicht nur von den theoretisch gebildeten Technikern, sondern auch von den Aufsichtsbeamten, welchen bis jetzt seines Wissens noch kein derartiges Hülfsmittel zu Gebote steht, sowie auch von allen Personen, welche beim Kohlengrubenbetriebe interessirt sind und sich mehr oder weniger direct mit der Bergbaukunst zu beschäftigen haben, gelesen werden kann.

VORWORT ZUR DEUTSCHEN AUSGABE.

Wie der Verfasser in seinem Vorworte schon betont hat, ist das vorliegende Buch mit ganz besonderer Rücksicht auf die Praxis des Steinkohlenbergbaues geschrieben worden. Da wir in Deutschland weder ein Buch besitzen, das sich speciell mit dem Betriebe der Gruben, noch weniger eins, das sich in diesem Sinne speciell mit dem Steinkohlenbergbau beschäftigte, so erschien es nicht ungerechtfertigt, vorläufig das von dem Auslande Gebotene durch entsprechende Bearbeitung dem deutschen Leser näher zu bringen. Hierzu schien das vorliegende, dem Steinkohlenbergbau unseres Nachbarlandes Belgien entsprungene Werk um so geeigneter, als dieser Steinkohlenbergbau einer der ältesten und bestentwickelten ist, welche existiren, und Verhältnisse und Schwierigkeiten aufweist, wie sie in unseren heimischen Kohlenrevieren erst neuerdings allmählich sich einzustellen beginnen, mit der Zeit aber auch hier immer mehr hervortreten werden. Man erinnere sich nur daran, dass in Belgien ein grosser Theil der Kohlenförderung bereits aus einer Teufe von 800 m und darüber kommt, und alle die schwierigen Fragen, welche mit derartigen Teufen für den Steinkohlenbergbau entstehen, dort schon lange auf der Tagesordnung sich befinden und mit praktischem Erfolge angegriffen sind. Wenn man ferner z. B. erwägt, dass die belgischen Kohlenflötze auch schon in oberen Teufen im Allgemeinen so reich an dem gefährlichen Grubengase sind, wie wenige in Deutschland, sowie dass die in Belgien abgebauten Flötze im Durchschnitt eine so geringe

Mächtigkeit haben, wie sie in Deutschland im Allgemeinen nicht mehr für bauwürdig gilt, so erscheint wohl auch aus diesen Gründen die Gelegenheit willkommen, jenen interessanten Bergbau genauer kennen zu lernen.

Uebrigens ist die Darstellung in dem Demanet'schen Buche so allgemein praktisch gehalten, dass die locale Färbung fast in den Hintergrund tritt gegenüber dem Werthe, den das Werk als einfaches Lehrbuch des Steinkohlengrubenbetriebes für jeden Interessenten hat. Als besonders gut gelungen dürfte die Darstellung der Oekonomie des Abbaubetriebes, sowie diejenige der Wetterführung zu bezeichnen sein.

Vielleicht mag die Vorführung eines klaren, ganz echten Bildes von dem in Belgien heimischen Strebbau dazu beitragen, diesem Abbausysteme mit seinen mannigfachen Vorzügen auch in Deutschland für die ohne Zweifel zahlreich vorhandenen Fälle seiner Anwendbarkeit etwas mehr Eingang zu verschaffen als es bis jetzt gefunden hat.

C. Leybold.

INHALT.

Erstes Capitel.

Geologischer Theil.

§. 1. — Erklärungen.

	Nr.	Seite
Begriff der Kohle	1	3
Varietäten der Kohle	2	3
Aschengehalt der Kohle	3	4

§. 2. — Die kohlenführenden Gebirgsschichten.

Kohlengebirge; Steinkohlengebirge im Besonderen	4	5
Unterscheidung zwischen Binnensee- und Meeresbecken	5	6
Die wesentlichen Gesteine des Kohlengebirges	7	7
Nebensächliche Bestandtheile: Plastischer Thon, Sphärosiderit, Schwefelkies, Bergmark	8 bis 11	7

§. 3. — Die Kohlenflötze.

Allgemeines über die Flötze.

Hangendes und Liegendes	12 und 13	9
Mächtigkeit der Flötze	15 bis 18	11
Berechnung des Kohlenvorraths in einem Grubenfelde	19	12
Zusammensetzung der Flötze; Darstellung derselben	20 und 21	13
Lagerung der Flötze; Streichen und Fallen; Beispiele von Lagerungsformen	22 bis 25	14
Faltenumbiegungen; Sättel und Mulden	26	17
Besonderheiten der Umbiegungsstellen	27 und 28	18
Einschieben der Faltungslinien	29	20
Geschlossene Mulden; umlaufende Sättel	30	21
Stellung der Flötze in der Schichtenfolge (Horizont)	32	23
Zwischenmittel	32	23
Identificirung der Flötze	33	24
Die „Schlechten“ der Kohlenflötze	34	25

§. 4. — Die Störungen der Kohlenflötze.

	Nr.	Seite
Verdrückungen und Anschwellungen	36 bis 39	25
Sprünge	40 „ 43	28
Ueberschiebungen; Doppelliegen der Flötze	45	33

§. 5. — Pflanzenabdrücke im Kohlengebirge.

Allgemeines	46 bis 49	34

§. 6. — Die in Kohlengruben auftretenden Gase.

1. Das Grubengas.

Zusammensetzung und Eigenschaften des Grubengases	50 bis 55	35
Mittel zur Erkennung des Grubengases und seines Mengenverhältnisses in der Luft	56	38
Verschiedene Arten der Entwickelung des Gases; gleichmässige Entbindung aus der Kohle, Bläser, plötzliche Eruptionen	57 und 58	39
Theorie über den Zustand des Grubengases in der Kohle	59	41
Einfluss der Grubengasführung auf die Härte der Kohle	60 und 61	42
Heftigkeit der Entbindung	62	42
Einfluss des Luftdruckes auf das Auftreten des Grubengases	63	42

2. Die Kohlensäure.

Entstehung der Kohlensäure in Gruben	64 bis 67	43
Eigenschaften der Kohlensäure; Vorsichtsmaassregeln	68	44

3. Der Stickstoff.

Stickstoffgehalt der Luft; Eigenschaften des Stickstoffes; Zusammensetzung der Grubenatmosphäre nach einer Schlagwetterverbrennung	69 bis 71	44

4. Das Kohlenoxydgas.

Bildung des Kohlenoxydgases; seine Wirkungen	72	45

5. Der Kohlenstaub.

Auftreten des Kohlenstaubes	73	46
Schädlicher Einfluss auf die Gesundheit der Arbeiter	74	46
Gefahren des Kohlenstaubes	75 und 76	46

§. 7. — Classification der Steinkohlen.

Classification nach der chemischen Zusammensetzung	77	47
Verhalten der Kohlen bei der trockenen Destillation und bei der Verbrennung	78 bis 82	47

	Nr.	Seite
Die Hilt'sche Eintheilung der Kohlenarten	83	49
Cännel- und Bogheadkohle	84	51
Verschiedene Handelssorten der Kohle	85 bis 87	52

§. 8. — Deckgebirge.

Arten des Deckgebirges	88	53
Untersuchung des Deckgebirges als Einleitung zum Schachtabteufen	89	53
Mächtigkeit der Deckschichten	90	54

Zweites Capitel.

Beschreibung der wichtigsten Kohlenbecken.

§. 1. — Das belgische und nordfranzösische Becken.

Allgemeines	91	55
Mächtigkeit der Flötze	92	55
Zusammensetzung der Flötze	93	55
Qualität der Kohle	94	56
Entwickelung von Grubengas	95	56
Zusammensetzung der Gesteinsschichten	96 bis 100	57
Lagerungsverhältnisse	101	58
Gliederung des belgischen Beckens	102	59
Störungen	103	59
Anzahl der Flötze	104	59
Deckgebirge	105	59

§. 2. — Das Loirebecken.

Allgemeines	106	60
Petrographischer Charakter	107	61
Arten der Kohle	108	61
Lagerungsverhältnisse	110	61
Mächtigkeit der Flötze; Aufzählung derselben	111	62

§. 3. — Das Becken des Departements Saône-et-Loire.

Allgemeines; Beschreibung	112	63
Andere französische Becken	113	64

§. 4. — Die englischen Kohlenlager.

Allgemeines	114 und 115	64
Das Becken von Newcastle	116	65
Das Centralbecken	117	65
Der District von Staffordshire	118	66
„ „ „ Yorkshire	119	66
„ „ „ Lancashire	120	66
Das Becken von Südwales	121	66

§. 5. — Das Saarbrücker Becken.

	Nr.	Seite
Allgemeines	122	67
Beschaffenheit der Kohle	123	68
Zusammensetzung des Gebirges	124	68

§. 6. — Das westfälische Kohlenbecken.

Allgemeines	125	69
Configuration und Gliederung des Beckens	126 und 127	70
Lagerungsverhältnisse; Störungen	128	71
Grubengasführung	129	72
Zusammensetzung des Gebirges	130	72
Deckgebirge	131	72

Drittes Capitel.

Das Abteufen der Schächte im Kohlengebirge.

Nothwendigkeit der Schächte	132	73

§. 1. — Allgemeines über die Schächte.

Verschiedene Zwecke, zu welchen ein Schacht dienen kann; Schachtsysteme	133 bis 140	74
Nothwendigkeit zweier Ausgänge für jede Kohlengrube	141	80
Einrichtung der Wetterschächte zur Förderung	142	81

§. 2. — Form und Dimensionen der Schächte.

Querschnittsformen	144	82
Stellung rechteckiger Schächte zu den Gebirgsschichten	145	83
Dimensionen	146	83
Schachtanlagen; Vertheilung der Förderanlagen bei grossen Grubenfeldern	147 und 148	84
Gegenseitiger Abstand der Schächte einer Anlage	149	85
Herstellung von Verbindungen zwischen den einzelnen Schächten	150	85

§. 3. — Abteufen der Schächte im Steinkohlengebirge.

Unterscheidung zwischen Schachtabteufen im Kohlengebirge und Abteufen im Deckgebirge	151	85
Operationen beim Abteufen im Steinkohlengebirge	152	85
Hereingewinnung des Gesteins	153	85
Wegförderung der Massen	154	86
Verbauen der Schachtstösse	155 bis 160	87
Wasserhaltung	161	93
Wetterversorgung	163	93

	Nr.	Seite
Fahrung	164 und 165	94
Einhalten der Lothlinie	166	95
Gefahren beim Schachtabteufen und Vorsichtsmaassregeln gegen dieselben	167 bis 172	95
Organisation der Arbeit	173	99
Tempo des Niederrückens	174	99
Kostenveranschlagung	175	99
Veranschlagung des Bergefalls	176	101
Unterschied zwischen dem Abteufen von Tage aus und dem Weiterabteufen unter einer im Betriebe befindlichen Sohle	178 bis 181	101
Das Abteufen unter der Schwebe	182	102
Mittel zur Bestimmung der Schachtaxe beim Abteufen unter der Schwebe	183 bis 186	103
Dicke der Schwebe	187	105
Nachtheile des Abteufens unter der Schwebe	188	105
Mittel zur Vermeidung der Schwebe und ihrer Nachtheile	189 bis 193	106
Herstellung der Schächte durch Ueberbrechen; Anwendbarkeit dieser Methode	194 und 195	109
Vorzüge des Ueberbrechens	196	110
Verfahren beim Ueberbrechen	197 bis 199	111

Viertes Capitel.

Schachtausbau.

Nothwendigkeit des Ausbaus	200	115
Nachtheile des Holzausbaus	201 und 202	115
Verschiedene Arten der Ausmauerung	203	116

§. 1. — Die Ausmauerungsarbeit im Allgemeinen.

Allgemeiner Gang der Arbeit	204	116
Methode der absatzweisen Mauerung	205 und 206	117
Methode der Mauerung in einer Tour	207	118
Wahl zwischen beiden Methoden	208	118
Verfahren zum gleichzeitigen Abteufen und Mauern bei zwei Schächten	209	118

§. 2. — Einzelheiten der Ausmauerungsarbeit.

Provisorische Zimmerung	210 und 211	120
Form der Schachtmauerungen	213 „ 214	121
Dicke der Mauern	215 „ 216	122
Construction der Mauerfüsse	217	123
Mauerfüsse aus Holz	218	123
Mauerfüsse aus Hausteinen	219	124
Mauerfüsse aus Backsteinen	220	124
Auswahl der Materialien	221	125
Die Backsteine	222 und 223	125

	Nr.	Seite
Der Mörtel	224 bis 232	126
Die Aufführung des Mauerwerks	233 „ 236	129
Organisation der Arbeit	237	132
Tempo des Aufrückens	238	132
Kostenveranschlagung	239	133
Vorsichtsmaassregeln	240	133
Bruchsteinmauerung	241	134
Betonausbau	242	134
Eiserner Schachtausbau	243	134
Vorkehrungen zur Ableitung der Sickerwasser	244	135
Sicherheitspfeiler für die Schächte	245	135

Fünftes Capitel.

Cüvelagen.

§. 1. — Allgemeines.

Nothwendigkeit der Cüvelirung	246	137
Wichtigste Punkte bei Anlage von Cüvelagen	247	137
Allgemeiner Gang der Cüvelirungsarbeit	248	138
Verschiedenheit der Systeme	249	139

§. 2. — Holzcüvelagen.

Nachtheile dieser Cüvelagen	250	139
Einzelheiten der Construction	251 und 252	139
Dicke der Holzcüvelagen	253	142

§. 3. — Gusseiserne Cüvelage.

Einzelheiten der Construction	254 bis 256	142
Vortheile der Eisencüvelagen	257	146
Dicke des Tübbings	258	146

§. 4. — Gemauerte Cüvelage.

Einzelheiten der Construction	259 und 260	146
Hausteincüvelage	261	148

§. 5. — Vergleich zwischen den verschiedenen Cüvelirungsmethoden	262	149

Sechstes Capitel.

Schachtabteufen im Deckgebirge.

Schwierigkeiten des Abteufens im Deckgebirge	263 bis 265	150

§. 1. — Abtreibegewinnung.

	Nr.	Seite
Beschreibung der Abtreibearbeit	266 bis 268	151
Beschränkte Anwendung zum Schachtabteufen	269	152

§. 2. — Senkausbau.

Princip des Verfahrens	270	152
Senkmauerung	271	153
Gusseiserner Senkausbau	272	154
Schmiedeiserner Senkausbau	273	154
Wasserhaltung beim Abteufen im Deckgebirge	274	154

§. 3. — Abteufen mit comprimirter Luft.

Princip des Verfahrens	276 bis 278	155
Variationen der Ausführung	279 „ 284	156
Erscheinungen beim Aufenthalt in comprimirter Luft und Wirkungen auf den Gesundheitszustand	286	160
Grenze der Anwendbarkeit des Verfahrens	287 bis 289	161
Anwendung von Taucherapparaten	290	162

§. 4. — Abteufen im todten Wasser.

Princip des Verfahrens	291	163
Die Chaudron'sche Methode	292 bis 295	163
Anwendung der Chaudron'schen Methode zum Durchsinken von Schwimmsandschichten	296	168
Einsenken der Cüvelage nach Tillier und Passclecq	287	169
Die Guibal'sche Methode	298	170

Siebentes Capitel.

Querschläge.

§. 1. — Allgemeines.

Nothwendigkeit und Zweck der Querschläge	299 und 300	173
Richtung der Querschläge	301	174
Dimensionen der Querschläge	302 und 303	175

§. 2. — Das Auffahren der Querschläge.

Tempo des Vorrückens	304	177
Organisation der Arbeit	305	177
Aufzeichnung der Resultate und Beobachtungen	306	178
Controle der Richtung und des Ansteigens	307	179

§. 3. — Das Verbauen der Querschläge.

	Nr.	Seite
Querschläge ohne Ausbau	308	181
Holzausbau	309 bis 313	181
Ausmauerung	314 und 315	184
Eiserner Ausbau	316 bis 318	186
Gemischter Ausbau	319 und 320	187

§. 4. — Füllörter.

Allgemeines	321 bis 324	189
Holzausbau	325 „ 327	189
Ausmauerung	328 „ 330	191
Eiserner Ausbau	331	192
Gemischter Ausbau	332 und 333	193
Maassregeln beim Abwerfen eines Füllortes	335	194

Achtes Capitel.

Die Schiessarbeit.

Allgemeines	336 und 337	195
Die Handbohrarbeit	338 bis 342	195
Disposition der Sprenglöcher	343	197
Besetzen der Löcher	344	198
Patronen	345	198
Besatz	346	199
Zündung mittelst Halmes	347	199
Zündung mittelst Zündschnur	348	200
Elektrische Zündung	349 bis 352	201
Sprengstoffe: Gewöhnliches Pulver	353 und 354	203
Nitroglycerin	355 „ 356	204
Dynamit	357	205
Die Arbeit mit Dynamit; Vorsichtsmaassregeln	358 bis 360	206
Das Maschinenbohren: Bohrmaschinen	361 „ 368	209
Art der Arbeit	369 „ 372	213
Amerikanisches Verfahren zur Vermeidung der häufigen Unterbrechung des Bohrens durch das Wegthun	373 und 374	216
Behinderung der Schiessarbeit durch das Auftreten schlagender Wetter	375	217
Anwendung des Federkeils und anderer Mittel zur Vermeidung des Schiessens	376 bis 383	217
Zusammenstellung der Vorsichtsmaassregeln für den Gebrauch der Schiessarbeit	384	220

Neuntes Capitel.

Die Ausbeutung der Kohlenflötze.

Allgemeines	385	223

§. 1. — Allgemeiner Gang des Betriebes auf Kohlenflötzen.

	Nr.	Seite
Ausbeutung geneigter Flötze	387 bis 389	224
Ausbeutung flacher Flötze	390 und 391	227
Sohlenbildung von oben nach unten	392	228
Höhe der Sohlen	393 und 394	229
Unterscheidung des eigentlichen Abbaus von den Aus- und Vorrichtungsarbeiten; Bemerkungen über den Gang der letzteren	395 bis 398	232
Die beim Abbau vorkommenden Operationen	399	235
I. Hereingewinnung der Kohle.		
1. Bei schwachen Flötzen	401 bis 403	237
2. Bei mittelstarken Flötzen	404 „ 407	238
3. Bei sehr mächtigen Flötzen	408 und 409	241
Gezähe zur Hereingewinnung der Kohle	410	241
1. Gezähe zum Schrämen	411	242
2. Gezähe zum Abkohlen	412 bis 414	242
Maschinelles Schrämen	415 „ 417	244
Sprengarbeit in der Kohle	418 bis 419	245
Leistungen bei der Hereingewinnung	420 bis 422	246
Ueberwachung der Abbauarbeit	423	248
II. Transport der Kohlen von den Abbaustössen bis in die Förderstrecken.		
Allgemeines	424 und 425	248
Transport in der Arbeit	426 „ 427	249
Transport in den Zwischenstrecken	428	251
Förderung in streichenden Hülfsstrecken	429	251
Förderung in schwebenden Hülfsstrecken	430	252
Bremsberge	431	252
Rolllöcher	432	252
Vergleich zwischen Bremsberg- und Rolllochsförderung	433 und 434	253
Aufsichtsführung	435	255
III. Das Laden der Kohlen	436	255
IV. Das Verbauen der Gewinnungsstätten	437 bis 444	256
V. Der Bergeversatz	445	261
1. Bei schwachen Flötzen	446 bis 454	261
2. Bei mittelstarken Flötzen	455	266
3. Bei sehr mächtigen Flötzen	456 bis 460	266
VI. Die Strecken im Flötz	461 und 462	267
Bei flachem Flötzfallen	463	269
Bei steilem Flötzfallen	464	270
Herstellung des Streckenraumes; Gezähe	465	270
Verbauen der Strecken	466	271
Unterhaltung der Strecken	467	272
Dimensionen	468	274
Die Hölzer	469 und 470	274

§. 2. — Oekonomie des Abbaubetriebes.

	Nr.	Seite
Ermittelung der Gewinnungskosten	471 bis 473	276
Einfluss der natürlichen Verhältnisse auf die Gewinnungskosten	474	278
Einfluss der Flötzmächtigkeit	475 bis 479	278
„ der Zusammensetzung des Flötzes	480 „ 487	280
„ des Fallwinkels	488	287
„ der Unregelmässigkeiten im Streichen und Einfallen	489	287
„ der Härte des Flötzes	490 bis 492	287
„ der Schlechten und ihrer Richtung	493	288
„ der Gebirgsbeschaffenheit	494 bis 504	289
„ der Grubengasentwickelung	505	293
Anderweitige Factoren der Gewinnungskosten:		
1. Tempo des Vorrückens der Abbaustösse	507	294
2. Breite (Höhe) der Abbaustösse	508	296
3. Organisation der Arbeit	509	297

Zehntes Capitel.

Förderung unter Tage.

Allgemeines	510	299

§. 1. — Fördergefässe.

Förderwagen im Allgemeinen	511	300
Fassungsraum der Förderwagen	512	300
Constructions-Details	513	303
Der Kasten	514	303
Form der Förderwagen	515	303
Räder und Axen	516 und 517	304
Schmiermaterial und Schmiervorrichtungen	518 bis 520	305
Disposition der Förderwagen	521	308
Kippwagen	522	313

§. 2. — Förderbahnen.

Schienen und Schwellen	523	313
Verlaschung	524	316
Allgemeine Regeln	525	316
Ansteigen der Bahnen in den Hauptstrecken	526	317
Doppelspurige Bahnen; Wechsel	527 bis 529	317

§. 3. — Motoren.

Verschiedene Arten von Motoren	530	319
Handförderung	531 und 532	319
Pferdeförderung	533 „ 534	320
Ermittelung der Förderkosten	535 bis 541	321

	Nr.	Seite
Förderung unter Benutzung der Schwerkraft	542	324
Bremsbergförderung	543	324
Einzelheiten der Anlage von Bremsbergen	544 bis 548	325
Grenze des Neigungswinkels für Bremsberge	549	330
Maassregeln zum guten und sicheren Betriebe der Bremsbergförderung	550	330
Seigere Bremsschächte	551	331
Förderung aus Unterwerksbauen; Maschinenbetrieb bei dieser Förderung	552 bis 555	332
Maschinelle Streckenförderung	556	335
Förderung mit Seil und Hinterseil	557 bis 563	335
„ mit Kette ohne Ende	564 „ 571	340
„ mit Seil ohne Ende, aber mit unterbrochener Bewegung	572 und 573	343
„ mit Seil ohne Ende und continuirlicher Bewegung	574 „ 575	346
Schlussbemerkungen über die maschinelle Streckenförderung	576 „ 577	347

Elftes Capitel.

Wetterführung und Beleuchtung.

§. 1. — Allgemeines über Wetterführung.

Nothwendigkeit der Ventilation	578	348
Bemessung des Luftquantums	579 und 580	349
Allgemeiner Gang des Wetterzuges	581	350
Widerstände gegen die Luftbewegung in den Grubenbauen	582	350
Einfluss des Querschnittes der Baue	583	350
„ der Wegeslänge	584	351
„ der Stromgeschwindigkeit	585	352
„ der Beschaffenheit der Stösse	586	353
„ des Verlaufes der Wetterwege	587	353
Formel für die Widerstände	588	353
Beispiele	589	354
Zusammenstoss zweier oder mehrerer Wetterströme	590	356
Die Führung des Wetterstromes im Allgemeinen	592	357
Rückläufige Wetterlosung	593	357
Theilung des Wetterstromes	594	358
Grundregeln der Wetterführung	595	360
Praktische Regeln für die Wettervertheilung	596	360
Regulirthüren	597 und 598	360
Absperrthüren	599	361
Beispiel einer Wetterführung	600	362
Messung der Wettergeschwindigkeit	601	364
1. Mittelst Pulverdampfes oder flüchtiger Substanzen	602 und 603	364
2. „ Anemometer	604 bis 606	365
Nothwendigkeit der Wettermessungen	607	367
Beobachtung des Barometers	608	368
Beobachtung des Thermometers	609	368

§. 2. — Anwendung der allgemeinen Grundsätze der Wetterführung.

	Nr.	Seite
Anwendung auf die Abbauarbeiten	610	368
„ „ „ Aus- und Vorrichtungsarbeiten; Schwierigkeiten der Ventilation bei diesen Arbeiten	611	369
Wetterscheider	612 bis 614	369
Wetterlutten	615	371
Blasende und saugende Lutten	616 bis 618	372
Mittel zum Hervorrufen des Zuges in Lutten und dergl.	619 „ 623	375
Beispiele von Zweigventilationen. — Auffahren der Förderquerschläge	624 und 625	375
Schachtabteufen unter der Schwebe	626	382
Auffahren der Wetterquerschläge	627	384
Herstellung der Verbindungswege auf den Flötzen	628	384
Abhauen	629	385
Aufhauen	630	386
Aufhauen im Ortsbetriebe	632	386
„ mittelst Abbaustosses	633 bis 635	387

§. 3. — Erzeugung des Wetterstromes.

	Nr.	Seite
Allgemeines	636 bis 638	389
Natürlicher Wetterwechsel	639 und 640	390
Ventilation durch künstliches Erwärmen des ausziehenden Wetterstromes	641	391
Wetteröfen	642 und 643	392
Erwärmen durch Dampfleitungen	644	394
Ventilation durch Dampfstrahlen	645	395
Injectoren	646 und 647	395
Ventilation durch Maschinen	648	397
Hin- und hergehende Wetterpumpen	649	397
Die Kolbenmaschine von der Grube Espérance	650	397
„ Glockenmaschine von Struve	651	397
„ Kolbenmaschine von Mahaux	652	399
„ „ „ Nixon	653	399
„ „ der Fabrik „La Meuse“	653	400
Rotationswetterpumpen	654	400
Der Ventilator von Fabry	655	400
„ „ „ Lemielle	656	402
Centrifugalventilatoren	657 und 658	404
Der Ventilator von Guibal	659	405
„ „ „ Lambert	660	407
„ „ „ Harzé	661	408
„ „ „ Kraft	662	409
Depression und Mittel zu deren Messung	663 und 664	410
Theoretische Betrachtungen über die Grubenventilation; Temperament, äquivalente Ausströmungsöffnung u. s. w.	665 bis 671	410
Auswahl des Ventilationsmotors	672 „ 675	416
Einzelheiten bei Ventilatoren	676 „ 679	421
Controle der Ventilationsmotoren	680	425
Barometrischer Regulator	681	426

§. 4. — Benutzung der Wetterschächte zur Förderung.

	Nr.	Seite
Verschiedene Dispositionen am Füllorte und an der Hängebank	682 bis 688	426

§. 5. — Beleuchtung.

	Nr.	Seite
Beleuchtung in grubengasfreien Gruben	689 und 690	432
„ „ grubengasführenden Gruben	691	433
Nothwendigkeit von Sicherheitslampen	692	434
Mittel vor Erfindung der Sicherheitslampe	693	434
Die Lampe von Davy	694 bis 699	435
„ „ „ Clauny	700	437
„ „ „ Stephenson	701	438
„ „ „ Upton und Roberts	702	438
„ „ „ Müseler	703 bis 705	439
Dimensionen der Lampe Müseler-type	706	441
Die Lampen von Godin	708 und 709	442
„ Lampe von Morison	710	443
Versuche über das Verhalten der Sicherheitslampen	712	444
„ der belgischen Commission von 1840	713	444
„ der Engländer im Jahre 1863	714 und 715	444
„ der Commission von Saint-Etienne im Jahre 1868	716 „ 717	448
„ der belgischen Commission von 1868	718	451
Resultate der Versuche	719 und 720	454
Construction der Sicherheitslampe ohne Rücksicht auf das specielle System	721	454
Oelbehälter	722	454
Glascylinder	723	455
Drahtgeflecht	724	455
Reinigung der Lampen	725	455
Markscheider- und Füllortlampen	726	456
Verschluss der Sicherheitslampen	727 und 728	456
Organisation des Beleuchtungswesens	729	457
Wiederanzünden erloschener Lampen	730	458
Brennmaterial der Lampen	731	459
Elektrische Lampen	732	459

§. 6. — Explosionen und Grubenbrände.

	Nr.	Seite
Ursachen der Explosionen; Vorsichtsmaassregeln	733 und 734	460
Ursachen der Grubenbrände	735 bis 737	461
Verfahren zur Dämpfung der Grubenbrände	738 „ 751	462

§. 7. — Apparate zum Eindringen in irrespirable Gase.

	Nr.	Seite
Nutzen solcher Apparate	752	467
Beschreibung der Apparate	753 bis 758	468
Der Apparat von Schwann	759	470
Organisation des Rettungswesens	760	471

Zwölftes Capitel.

Die Abbausysteme.

§. 1. — Allgemeines.

	Nr.	Seite
Vorbemerkungen	761 und 762	473
Anforderungen an das Abbausystem	763 „ 764	474

§. 2. — Abbau schwacher Flötze.

Allgemeines	765	474
Abbau steiler Flügel: Mit geraden Stössen	766	474
Mit abgesetzten Firstenstössen	767 bis 769	475
Einzelheiten über den Abbau steiler Flügel	770 „ 772	479
Allgemeine Anordnung eines Abbaues auf steilem Flügel	773 „ 775	480
Organisation der Arbeit beim Abbau steiler Flügel	776	483
Abbau flacher Flügel	777	485
Schwebender Strebbau	778	485
Verschiedene Anordnung am Fusse der Streben	779 und 780	488
Einzelheiten über den schwebenden Strebbau	781 „ 782	490
Diagonaler Strebbau	783	492
Theilungsstrecken	784	492
Organisation der Arbeit beim schwebenden Strebbau	785	495
Streichender Strebbau	786 und 787	496
Organisation der Arbeit beim streichenden Strebbau	788	499
Wahl zwischen schwebendem und streichendem Bau	789	502

§. 3. — Abbau mittelstarker und mächtiger Flötze.

Vorbemerkungen	790	503
Englische Abbausysteme	791	504
Abbau mit breiten, kreuzweisen Abbaustrecken und preisgegebenen Pfeilern	792	504
Abbau mit schmalen, kreuzweisen Abbaustrecken und Pfeilerverhieb	793	505
Abbau in getrennten Bauabtheilungen	794	505
Wetterführung bei diesem Systeme	795	508
Nachtheile des englischen Pfeilerbaues	796	510
Abbau mit breitem Stosse und nachgeführten Bergemauern	797	510
„ mit breiten Abbaustrecken und Pfeilerrückbau	798 und 799	511
„ mit schmalen Vorrichtungsstrecken und Pfeilerrückbau	800 und 801	513
Abbau der mittelstarken Flötze in Deutschland	802 „ 803	515
Abbau sehr mächtiger Flötze	804	516
Abbau mit Firstenrückbau	805 und 806	517
„ in geneigten Scheiben	807	518
„ in horizontalen Scheiben	808	521
„ in verticalen Scheiben	809	522

Dreizehntes Capitel.

Schachtförderung.

	Nr.	Seite
Allgemeines	810	525

§. 1. — **Förderkörbe.**

	Nr.	Seite
Vortheile der Förderkörbe (Fördergestelle)	811	526
Construction im Allgemeinen	812 bis 814	527
„ im Einzelnen	815	528
Dimensionen und Gewicht der Förderkörbe	816	529
Verschiedene Einzelheiten	817	529
Verschluss der Förderkörbe	818	529
Führung „ „	819	531
Unterhaltung „ „	820	531

§. 2. — **Schachtleitungen.**

	Nr.	Seite
Hölzerne Leitungen	821 und 822	532
Gegenleitungen bei Stirnführung	823	534
Einstriche	824	534
Befestigung der Einstriche im nackten Stosse und in der Mauerung	825	535
Befestigung der Einstriche an gusseiserner Cüvelage	826	536
Das Einbauen der Leitungen	827 und 828	537
Befestigung der Leitbäume an den Einstrichen	829	537
Verbindung der Leitbäume mit einander	830	538
Führungsstücke an den Förderkörben	831	540
Allgemeine Bemerkungen über die Holzleitungen	832	540
Eiserne Leitungen	833 bis 835	541
Leitungen nach Briart auf Mariemont	836	542
Andere Systeme eiserner Leitungen	837 und 838	544
Schmierung der Eisenleitungen	839	545
Drahtseilleitungen	840 bis 845	546
Vergleich zwischen den verschiedenen Leitungssystemen	846	548

§. 3. — **Förderseile.**

	Nr.	Seite
Verschiedene Arten der Förderseile	847	550
Hanf- und Aloëbandseile	848 bis 851	550
Querschnitt dieser Seile	852	551
Seile mit abnehmendem Querschnitt	853 und 854	553
Runde Eisen- und Stahldrahtseile	855 bis 859	554
Bandseile von Eisen- oder Stahldraht	860	556
Vergleich zwischen den verschiedenen Seilarten	861	556
Verbindung des Förderkorbes mit dem Förderseile	862 und 863	557
Revision und Wartung der Förderseile	864 „ 865	558
Aufzeichnungen über die Förderseile	866	559

§. 4. — Seilscheiben und Seilscheibengerüste.

	Nr.	Seite
Allgemeines	867	559
Seilscheiben	868	559
Seilscheibengerüste	869 bis 872	561
Anforderungen an die Construction	873 und 874	563

§. 5. — Fördermaschinen.

Allgemeines	875	563
Die verschiedenen Dispositionen und Systeme	876 bis 878	564
Anwendung der Expansion	879	566
„ „ Condensation	880	567
Anforderungen an die Construction und die Anordnung einer Fördermaschine	881	567
Seilgewichtsausgleichung	882	568
1. Bei Hanf- oder Aloëbandseilen	883 und 884	568
2. Bei Drahtbandseilen	885	571
3. Bei Rundseilen	886 bis 890	572
System Demanet	891	574
„ Koepe	892	575
Berechnung der Fördermaschinen	893	578

§. 6. — Sonstige Einzelheiten bei der Schachtförderung.

Bedienung der Förderkörbe	894	579
Schachtfallen	895	579
Methoden bei mehretagigen Förderkörben	896 bis 899	580
Schachtfallen an Zwischensohlen; Vorsichtsmaassregeln	900 und 901	581
Manöver an der Hängebank	902	582
Andere Einzelheiten; Seilregulirung	903	583
Vorkehrungen gegen Zuhochtreiben des Förderkorbes	904 bis 910	583
Vorkehrungen gegen die Gefahren des Seilbruches; Fangvorrichtungen	911 und 912	586
Verschluss des Schachtes	913	586
Signalvorrichtungen	914 bis 916	586
Hülfsdampfhaspel	917	587
Pneumatische Förderung nach Blanchet	918	587

Vierzehntes Capitel.

Wasserhaltung.

Allgemeines	919 bis 923	589
Mittel zur Beschränkung der Wasserzuflüsse	924 „ 928	590
Wasserwältigung mit der Fördermaschine	930	592
„ durch Pumpen	931 und 932	593
Hubpumpen	933	593
Druckpumpen	934 und 935	594

	Nr.	Seite
Doppeltwirkende Pumpe von Rittinger	936	596
„ „ „ Dumont	937	598
Wasserhaltungsmaschinen	938 bis 940	598
Rücksichtnahme auf die Wasserabführung beim Betriebe der Baue .	942 und 943	599
Sumpfanlagen .	944 bis 946	600
Wassersäcke und deren Gefahren; das Vorbohren . . .	947	602
Vorbohren bei Querschlägen	948	602
„ beim Abbau	949 bis 952	603
Vorsichtsmaassregeln beim Anbohren von Wassersäcken	953 „ 955	604
Allgemeine Betrachtung über das Wasserhaltungswesen	956	605
Anwendung von Taucherapparaten	957	606

Fünfzehntes Capitel.

Verschiedenes.

	Nr.	Seite
§. 1. — **Fahrung der Arbeiter**	958 bis 967	607
§. 2. — **Anwendung von Maschinen unter Tage** .	968	610
Dampfmaschinen	969	610
Comprimirte Luft	970	611
Kabeltransmission	971	611
Wassersäulenmaschinen	972	611
§. 3. — **Die Holzwirthschaft**	973 bis 978	612
§. 4. — **Behandlung der Kohlen über Tage**	979	613
§. 5. — **Organisation der Arbeit.**		
Das Gedinge	980 bis 983	614
Gedingewesen bei Aus- und Vorrichtungsarbeiten .	984	616
Gedingewesen beim Abbau	985 bis 990	616
Aufsicht über die Gedingearbeit	991	617
Lohnregulirung	992	617
Arbeitstheilung beim Betriebe der Baue	993 bis 997	618
Organisation des Aufsichtspersonals	998 und 999	619
Prämien .	1000	620
Arbeiterschichten-Controle	1001	620
Schichtenbuch und Lohnliste	1002 bis 1005	621
Controle des Betriebes und der Resultate durch den Betriebsleiter; Gedingeregister; Selbstkostenberechnungen	1006 bis 1009	623
Nachträgliche Anmerkungen .		627
Berichtigungen .		628

DER BETRIEB

DER

STEINKOHLENBERGWERKE.

Erstes Capitel.

Geologischer Theil.

§. 1.

Erklärungen.

1. Die Kohle ist ein brennbarer Körper, welcher aus dem Schoosse der Erde gewonnen wird und aus der Zersetzung pflanzlicher Stoffe hervorgegangen ist.

2. Sie besteht aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, deren Mengenverhältniss je nach der Bildungszeit verschieden ist. Der Gehalt an Kohlenstoff ist um so grösser, je älter die Kohle ist, während umgekehrt die Menge des Wasserstoffs, Sauerstoffs und Stickstoffs um so grösser ist, je jüngeren Alters der Brennstoff ist.

Diese Schwankungen in den Antheilverhältnissen der Gase und des Kohlenstoffs bringen die Verschiedenheiten hervor, welche sich in Bezug auf die Eigenschaften der Kohlen bemerkbar machen.

Man beobachtet nämlich eine grosse Reihe von Varietäten, welche mit dem Anthracit als der ältesten Kohle beginnt und mit dem Torf, der eine noch gegenwärtig in der Bildung begriffene Kohle darstellt, endigt.

Diese verschiedenen Varietäten der Kohle unterscheiden sich am sichtlichsten durch ihr Verhalten bei der Verbrennung; sie zeigen sich um so langflammiger, je mehr Gas sie enthalten, so dass sie sich schliesslich dem Holze nähern, welches letztere der Ausgangspunkt der mineralischen Brennstoffe ist und bekanntlich mit langer und heller Flamme brennt. Der Anthracit andererseits, als der entgegengesetzte Typus, brennt ohne Flamme, nach Art des Kokes, der reiner Kohlenstoff ist. Koke ist der Rückstand von der Destillation der Kohle,

welche durch diese Operation alle ihre gasförmigen Bestandtheile verloren hat.

Zur Veranschaulichung dieser Unterschiede diene nachstehende Uebersicht über die annähernde mittlere Zusammensetzung der verschiedenen kohligen Brennstoffe:

Bezeichnung der Brennstoffe	Procentgehalt an		
	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff und Stickstoff
Koke	100	—	—
Anthracit	94	3	3
Magere Kohle	91	4	5
Fettkohle	89	5	6
Flammkohle	78	5	17
Braunkohle	64	6	30
Torf	59	6	35
Holz	50	6	44

3. Bei Aufstellung dieser Tabelle sind die Aschenbestandtheile ausser Acht gelassen. Es sind dies die mineralischen Substanzen, welche in sehr verschiedenen Mengen in den Brennstoffen enthalten sind und, da sie unverbrennlich sind, einen bei der vollkommenen Verbrennung der Kohle oder des Holzes verbleibenden Rückstand bilden.

Der Aschengehalt der Brennstoffe ist sehr verschieden. Bei den reinsten Kohlen beträgt er zwei bis drei Procent. Man muss übrigens unterscheiden zwischen derjenigen Asche, welche von innig mit der Kohle gemengten und gewissermaassen an ihrer chemischen Zusammensetzung theilnehmenden Mineralstoffen herrührt und daher nicht entfernt werden kann, und derjenigen, welche von zufällig mit der Kohle vermengten Steinen oder Schiefern herrührt und durch trockene oder nasse Aufbereitung entfernt werden kann. Das Verhältnis dieser letzteren Kategorie kann sehr bedeutend sein und sich bis auf 25 oder 30 Procent erheben; es hängt von der Zusammensetzung der Lagerstätte, von der Zerreiblichkeit der darüber, darunter oder dazwischen gelagerten Gesteinsschichten und von der beim Abbau und der sonstigen Behandlung der Kohle aufgewandten Sorgfalt ab.

§. 2.

Die kohlenführenden Gebirgsschichten.

4. Die Kohle findet sich stets in Flötzen oder Anhäufungen zwischen Gesteinsschichten, welche in ihrer Gesammtheit das sogenannte Kohlengebirge darstellen.

Der letztere Ausdruck verlangt eine nähere Erläuterung. Die Erdkruste besteht aus einer Reihenfolge von über einander gelagerten Gesteinsschichten. Die ältesten derselben rühren direct von der Erstarrung der flüssigen Massen her, welche ursprünglich den Erdball gebildet haben; sie werden deshalb als Urgebirge bezeichnet; sie haben ein krystallinisches Aussehen und stellen sich als compacte, nicht geschichtete Massen dar, welche noch die Spuren des früheren flüssigen Zustandes an sich tragen; zu ihnen gehören die meisten Granite und Gneisse.

Die anderen, jüngeren Formationen bilden die geschichteten oder Sedimentgesteine. Sie haben sich, wie ihr Name andeutet, aus dem Wasser auf der Unterlage der Urgesteine abgesetzt und besitzen die Form von Flötzen, Bänken oder Lagern.

Die Geologie zeigt, dass diese Schichten sich in gewisse Gruppen eintheilen lassen, von denen jede einer besonderen Bildungsepoche entspricht und besondere Unterscheidungsmerkmale besitzt.

Hiernach hat man die Sedimentärgesteine dergestalt eingetheilt, dass sich vier grosse Epochen ergeben, nämlich, mit der ältesten anfangend:

die Primärzeit,
die Secundärzeit,
die Tertiär- und
die Quaternärzeit.

Innerhalb dieser Epochen unterscheidet man wiederum verschiedene Formationen, von denen jede ihren besonderen Charakter hat.

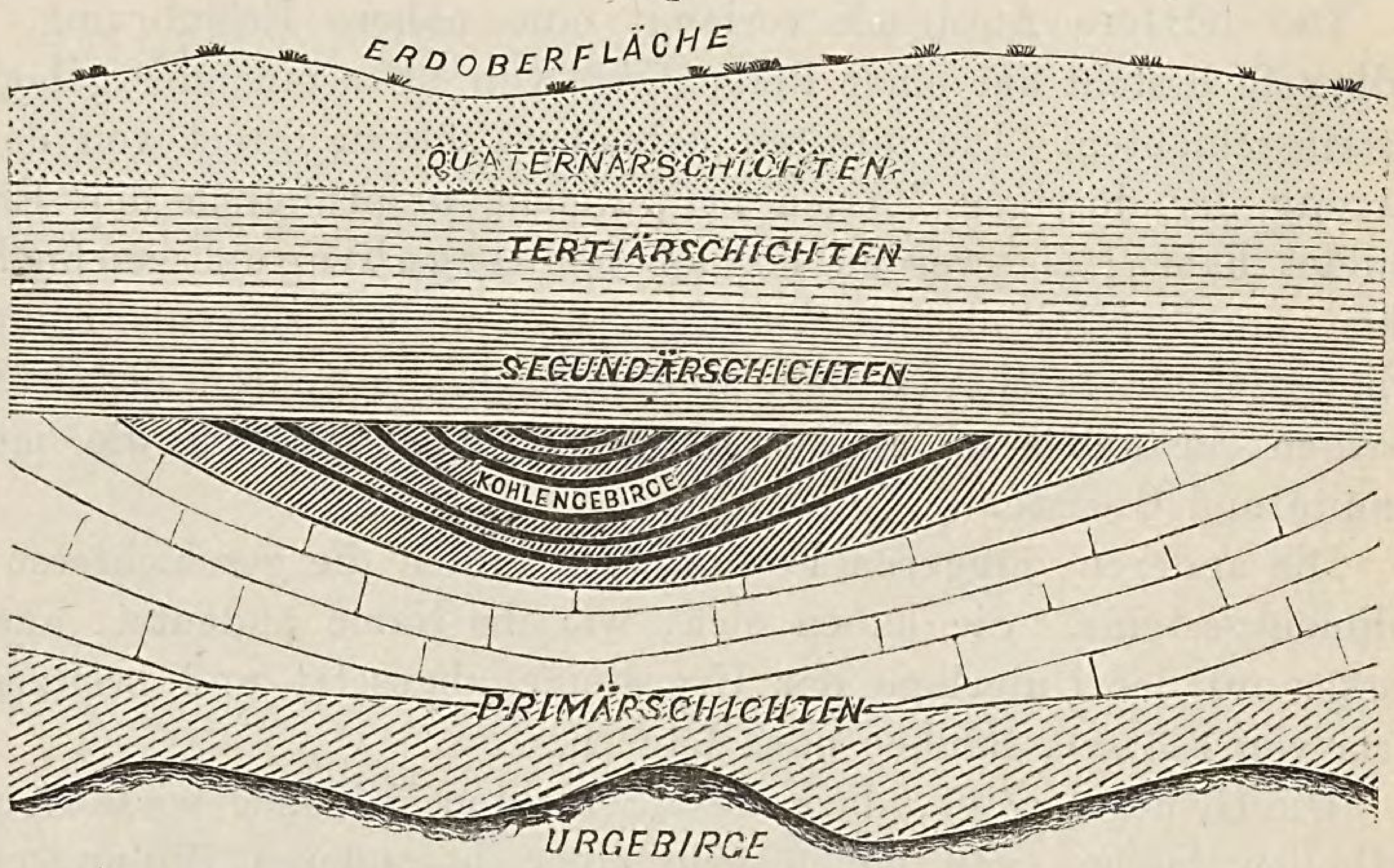
Man beobachtet nun, dass die Steinkohle sich fast nur in einer ziemlich beschränkten Reihenfolge von Schichten vorfindet, für welche ihr Vorkommen charakteristisch ist und welche aus diesem Grunde den Namen Steinkohlengebirge erhalten hat. Diese Schichtenreihe gehört zu den Schichten der Primärzeit und zwar bildet sie die obere Abtheilung derselben.

Wo also die ganze geologische Schichtenfolge ausgebildet ist, da ruht das Kohlengebirge auf der unteren Abtheilung der Primärschichten und ist bedeckt von den Schichten der Secundärperiode (Fig. 1, a. f. S.).

Bei dem Kohlenbecken von Nordfrankreich, bei dem westlichen und dem Centrumbecken von Belgien, sowie bei dem grössten Theile des westfälischen Beckens liegt, wenn auch nicht diese Aufeinanderfolge sämmtlicher Formationen, so doch jene Zwischenlagerung der Steinkohlenformation vor.

Oft hingegen kommt es vor, dass die jüngeren Schichtenreihen fehlen. So sind z. B. die Becken von Lüttich und Charleroi in Belgien sowie ein Theil des westfälischen Beckens nicht überdeckt von secun-

Fig. 1.



dären Schichten, sondern die Kohlenflötze treten bis an die Oberfläche heran. Ebenso verhält es sich im Allgemeinen bei dem Kohlengebirge in England und bei Saarbrücken in Deutschland.

Zuweilen fehlen auch die unteren Formationen; so liegt das Kohlengebirge von Saint-Etienne und von Rive-de-Gier in Frankreich unmittelbar auf dem Granit und wird durch kein jüngeres Sedimentgebilde überlagert.

5. Im Allgemeinen haben die kohlenführenden Gebirgsmassen die Form von Becken, d. h. sie sind in der in Figur 1 dargestellten Weise rings von älteren Gebirgsschichten umgeben. Man unterscheidet Binnensee- und Meeresbecken.

Die ersteren sind enger umgrenzt und scheinen sich in Binnenseen abgelagert zu haben, während die letzteren ausgedehnter zu sein pflegen und von Absätzen aus dem Meerwasser herrühren.

Diese beiden Arten von Kohlenbecken bieten in Bezug auf die Mächtigkeit der Flötze, die mineralogische Zusammensetzung der Schichten und deren Lagerung sehr scharfe Unterschiede dar. Bei den Binnenseebecken sind die Flötze im Allgemeinen wenig zahlreich, aber mächtig, bei den Meeresbecken dagegen zahlreich und dicht auf einander folgend,

aber schwach. Die einschliessenden Gesteinsschichten sind bei den Binnenseebecken meistens aus gröberen Geschieben zusammengesetzt, als bei den Meeresbecken.

6. Wir können hier nicht weiter auf die geologische Betrachtung der Kohlenbecken eingehen. Hauptsächlich wichtig ist die Thatsache, dass — mit sehr wenigen Ausnahmen — keine Kohlenablagerungen sich ausserhalb dieser Becken finden und dass zur Vermeidung schwerer Irrthümer gründliche geologische Kenntnisse für Denjenigen unentbehrlich sind, der sich in unerforschten Gegenden mit der Aufsuchung von Kohlenlagern beschäftigt.

Die Gesteine des Kohlengebirges.

7. Das Kohlengebirge besteht — abgesehen von der Kohle, welche das charakteristische Glied desselben bildet — aus Quarzconglomerat, Sandstein und Schiefer. Die Charaktere dieser Gebirgsarten sind in den einzelnen Becken verschieden; sie werden später beschrieben werden.

Kalkstein findet sich nur ganz vereinzelt im Kohlengebirge.

Als nebensächliche Gesteine kommen vor:

8. 1. Plastische Thone. Solche Lager werden in gewissen Gegenden von England ausgebeutet und dienen daselbst zur Herstellung feuerfester Producte; sie treten entweder in der Form von eigentlichem Thon oder in der Form milder, fettig anzufühlender Schiefer auf, welche nur zerkleinert und mit Wasser angemengt zu werden brauchen, um in alle beliebigen Formen gebracht werden zu können.

Diese Thonsteinbänke bilden gewöhnlich das Liegende des Flötzes, d. h. diejenige Schicht, auf welcher das Flötz sich abgelagert hat; auch bilden sie zuweilen eine Lage in dem Flötze selbst.

9. 2. Sphärosiderit (kohlensaures Eisenoxydul). Dieses Mineral findet sich zuweilen in so dicken Schichten, dass es mit Nutzen als Eisenerz gewonnen werden kann; in England giebt es viele Schächte, aus denen neben einander das Erz, das Brennmatarial und der zum Bau der Oefen nöthige Thon zu Tage gefördert wird. Immer wenigstens bietet dort ein und dasselbe Becken Gelegenheit zur Gewinnung aller drei Materialien. Das Eisenerz, die Kohle und der feuerfeste Thon wechsellagern in einem und demselben Schichtencomplexe in Form von ziemlich mächtigen und zahlreichen Flötzen. Zuweilen bildet der Eisenstein eine schwache Lage im Kohlenflötze und wird mit diesem zusammen abgebaut. Die zahlreichen Hochöfen von Staffordshire und Wales verschmelzen fast ausschliesslich diesen Eisenstein aus der Steinkohlenformation.

Das Vorkommen des Eisensteins im Steinkohlengebirge ist, wie soeben schon angedeutet, ein zweiförmiges: Er bildet entweder abgeplattete Kugeln, sogenannte N i e r e n, welche in den Schiefer- oder Thonbänken oder in den Kohlenflötzen eingebettet liegen, oder aber wirkliche Flötze, welche bis zu 1,80 m Mächtigkeit erreichen. Der in solchen Flötzen vorkommende Eisenstein heisst in England *black band.* Auch das Kohlengebirge von Saint-Etienne in Frankreich enthält Eisensteinflötze, welche jedoch viel weniger mächtig sind als die englischen und nur in sehr beschränktem Maasse ausgebeutet werden.

In Belgien kommt der Sphärosiderit nur in Form von zerstreuten Nieren in den Schieferschichten und Kohlenflötzen vor; eine regelmässige Gewinnung dieser Nieren ist nicht möglich und ausserdem ist auch der Schwefelkies (10), mit dem sie gewöhnlich imprägnirt sind, ein Hinderniss für ihre Verwerthung.

Die Sphärosiderit-Nieren sind sehr hart und daher, wenn sie in den Kohlenflötzen vorkommen, dem Abbau sehr hinderlich, indem die Werkzeuge sehr schnell an ihnen abstumpfen.

10. 3. S c h w e f e l k i e s. Das Vorkommen dieses Bestandtheils ist, im Gegensatze zu den beiden ersteren, ein unbedingt schädliches; der Schwefelkies beeinträchtigt die Qualität der Kohle und macht sie ungeeignet zu metallurgischen Zwecken.

Schon beim Grubenbetriebe selbst bringt er einen grossen Uebelstand mit sich: In Berührung mit Luft und Feuchtigkeit zersetzt er sich und verwandelt sich in Eisenvitriol; dieser chemische Process erzeugt eine Wärme, welche unter Umständen die Entzündung der Kohle herbeiführen kann. Der Schwefelkiesgehalt ist eine der wesentlichsten Ursachen der in den Kohlenmagazinen und im Versatze der Kohlengruben so häufig vorkommenden Selbstentzündungen.

Der Schwefelkies findet sich selten in grösseren Massen vor; er pflegt vielmehr in der Form feiner Blättchen in der Kohle vertheilt zu sein oder erscheint in Form von Krystallen im Schiefer und in den Eisenstein-Nieren. Indessen kommt er zuweilen, wenn auch seltener, in fortlaufenden aber dünnen Schichten vor, welche in die Kohlenflötze eingelagert sind. Er hat ein gelblich metallglänzendes, messingähnliches Aussehen.

Wo Schwefelkies reichlich in der Kohle vorkommt, muss Sorge getragen werden, ihn durch Auslesen zu entfernen. Bei nasser Aufbereitung der Kohlen wird durch dieselbe auch der Schwefelkies vortrefflich abgesondert.

Den ausgelesenen oder ausgewaschenen Schwefelkies kann man, wenn die Mengen gross genug sind, an Schwefelsäurefabriken verkaufen und so mit der Entfernung der Gefahr, welche seine Gegenwart im

Versatze mit sich bringen würde, resp. mit der Verbesserung der Kohlenqualität, noch eine besondere Geldeinnahme verbinden.

11. 4. Bergmark. Dies ist ein weisses Thonerdesilicat, das sich sehr milde und fettig anfühlt und dem Talk ähnlich sieht. In Belgien heisst es Pholerit und findet sich dort immer in den Verwerfungsklüften und in den Schichtenfalten, deren Nähe es somit ankündigt.

§. 3.

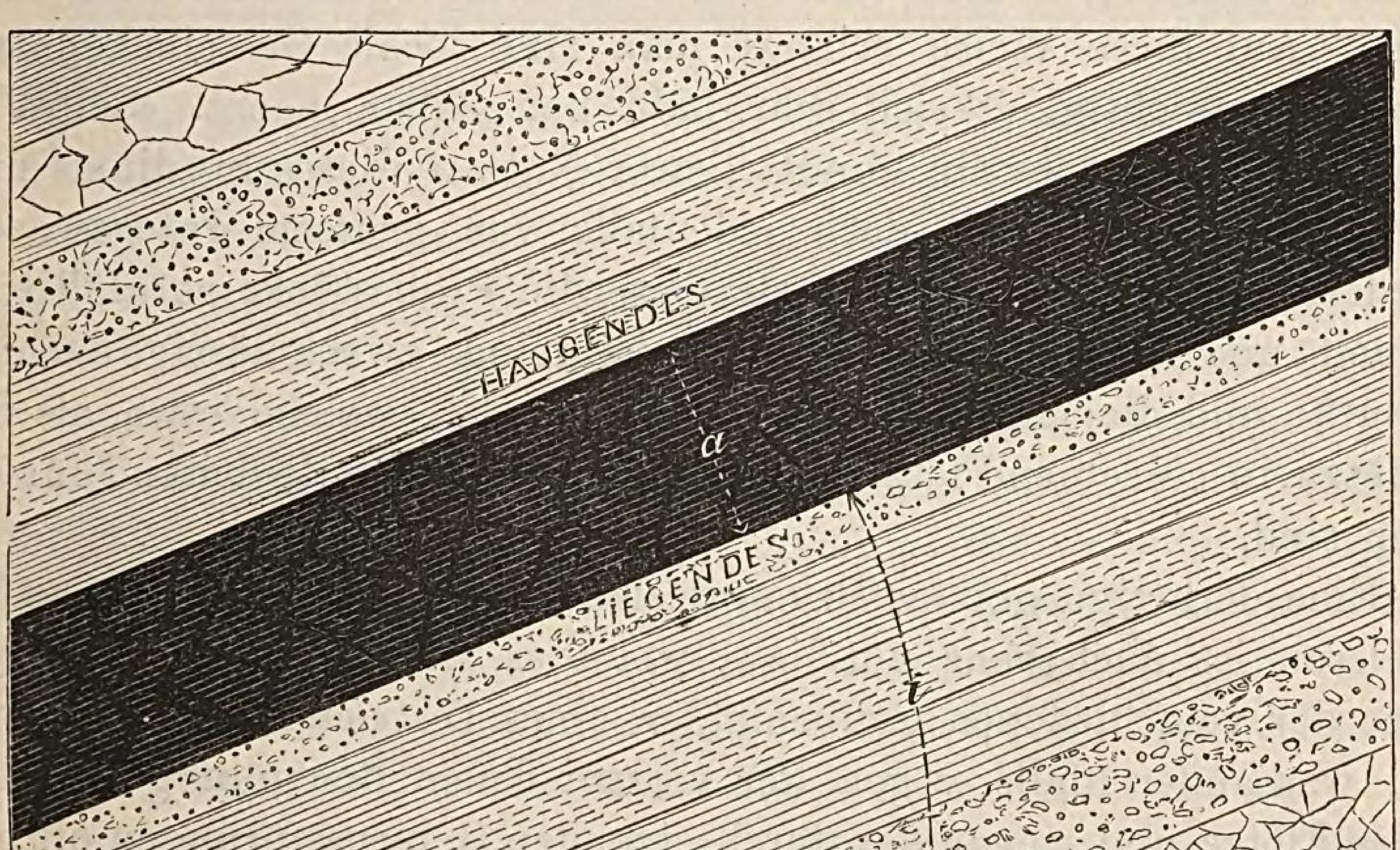
Die Kohlenflötze.

Allgemeines über die Flötze.

12. Wir haben gesehen, dass die Steinkohle in der Form von Flötzen auftritt; diese sind zwischengelagert zwischen die Sandstein- und Schieferschichten, welche das Kohlengebirge zusammensetzen.

Die unmittelbar unter dem Flötze liegende Schicht, diejenige, auf welcher sich das Flötz bei seiner Bildung abgelagert hat, heisst Liegendes; diejenige, welche das Flötz bedeckt, heisst Hangendes oder Dach (Fig. 2).

Fig. 2.



Zuweilen findet sich das Flötz in Folge von späteren Erdbewegungen in übergekippter Lage;. in diesem Falle ist das Hangende unten und das Liegende oben. Eben aus diesem Grunde wird das Liegende am präcisesten als „die Schicht, auf welcher sich das Flötz bei seiner Bildung abgelagert hat“, erklärt.

Liegendes und Hangendes eines Flötzes unterscheiden sich fast immer auch durch ihre Beschaffenheit in merklicher Weise von ein-

ander und lassen sich hierdurch auch an denjenigen Stellen erkennen, wo die Schichten gestört oder übergekippt sind. Das Hangende pflegt aus Gesteinsbänken von feinerem und gleichmässigerem Korn zu bestehen als das Liegende; es enthält durchgehends viele und wohlerhaltene Pflanzenabdrücke (46), während solche im Liegenden viel seltener und weniger scharf sind.

Es ist wichtig, diese Unterschiede in der jeweiligen Gegend, wo der Betrieb stattfindet, genau zu studiren; in vielen Fällen, wie beim Auffahren von Querschlägen und Versuchsstrecken oder beim Ueberfahren von Störungen u. s. w., ist jene Kenntniss nützlich, ja oft unentbehrlich.

13. Unabhängig von diesen charakteristischen Unterschieden zwischen dem Hangenden und dem Liegenden der Flötze im Allgemeinen, zeigen sich auch im Einzelnen wiederum Unterschiede zwischen dem Hangenden und Liegenden der verschiedenen Flötze; mit anderen Worten: jedes Flötz hat ein ihm eigenthümliches Hangendes und Liegendes, welche daher zu seiner Unterscheidung von benachbarten Flötzen dienen können. Zu diesem letzteren Zwecke kann nicht genug empfohlen werden, im Laufe des Betriebes eine gut geordnete und etiquettirte Sammlung von Probestücken aus allen in den Querschlägen und Schichten aufgeschlossenen Schichten anzulegen. Auf diese Weise erlangt man eine locale Gesteinskenntniss, deren hohe Wichtigkeit sich sehr bald bemerkbar macht. Selbst angenommen aber, dass ein unmittelbarer Nutzen dieses Studiums nicht eintrete, so ist dasselbe doch jedenfalls von grossem Interesse und erfordert keine weitere Mühe, als dass die Probestücke sorgfältig gesammelt und geordnet werden. Dabei sind zweckmässig auch die Abdrücke und diejenigen Gesteine zu sammeln, welche etwa als Specialitäten in einzelnen Flötzen vorkommen und deshalb leitend für dieselben sind.

Eine derartige genaue Bekanntschaft mit den geognostischen Verhältnissen ist auch sehr nützlich, wenn es sich darum handelt, die Flötze der verschiedenen Grubenfelder eines Districtes zu identificiren (33), was anderenfalls wegen der verschiedenen Benennung der identischen Flötze und wegen der durchsetzenden Gebirgsstörungen oft ganz unmöglich ist.

14. Bei der Beschreibung eines Kohlenflötzes sind vier Grundbegriffe zu berücksichtigen, nämlich:

1. die Mächtigkeit,
2. die Zusammensetzung,
3. die Lagerung,
4. die Stellung in der Schichtenfolge.

15. 1. Mächtigkeit der Flötze. — Dieselbe ist sehr verschieden, es kommen alle Mächtigkeiten von einigen Centimetern bis zu mehreren Metern vor. Flötze von weniger als 40 Centimetern werden als nicht mehr abbauwürdig angesehen, mit Ausnahme etwa des Falles, dass sie ein Product von ganz besonderer Qualität und von besonders hohem Verkaufswerthe liefern. Die marinen Becken enthalten schwächere, aber zahlreiche und nahe bei einander liegende Flötze; in den Binnenseebecken haben die Flötze eine grössere Mächtigkeit, sind aber von geringerer Anzahl und vereinzelt.

16. Die Mächtigkeit wird gemessen nach dem kürzesten Abstande des Hangenden vom Liegenden, d. h. nach einer Linie a (Fig. 2), welche senkrecht auf diesen beiden Ebenen steht.

Von der Mächtigkeit eines Flötzes ist zu unterscheiden seine Mächtigkeit in reiner Kohle. Die erstere begreift die ganze Oeffnung zwischen Hangendem und Liegendem in sich, die letztere ist gleich dieser Oeffnung, vermindert um die Gesammtstärke der etwa darin enthaltenen Gesteinslagen (Schrammittel, Gesteinsmittel).

Beide Grössen haben ihre praktische Bedeutung. Die erstere giebt die Grundlage zur Beurtheilung der grösseren oder geringeren Bequemlichkeit, mit welcher die Strecken in dem Flötze herzustellen sein werden, sowie der Menge des zu erwartenden Versatzmaterials; die letztere dient zur Berechnung der zu gewinnenden Förderung.

17. Ergiebigkeit eines Flötzes heisst die Kohlenmenge, welche pro Flächeneinheit, beispielsweise pro Quadratmeter, aus einem Flötze gewonnen werden kann.

Die Maassergiebigkeit eines Flötzes ist leicht zu berechnen, wenn man seine Mächtigkeit an reiner Kohle kennt. Es braucht dann nur noch berücksichtigt zu werden, dass die Kohle nach der Hereingewinnung einen grösseren Raum einnimmt als vorher (Schüttungsverhältniss), indem zwischen den hereingewonnenen Stücken Hohlräume entstehen. Das Gleiche gilt natürlich auch in einem höheren oder geringeren Grade für die übrigen Gebirgsarten.

Das Schüttungsverhältniss hängt hauptsächlich von der Grösse der Stücke und von der Menge des abfallenden Feinzeugs ab.

Für die Steinkohle beträgt die Maassvergrösserung durch die Hereingewinnung im Durchschnitt 50 Proc. vom ursprünglichen Volumen. Man kann also annehmen, dass ein anstehender Block von 1 cbm 15 hl Förderkohle liefert. Unter dieser Voraussetzung und bei einer Flötzmächtigkeit von beispielsweise 60 cm Kohle fallen von einer Fläche von 1 qm, also von einem anstehenden Volumen von $1 \cdot 0{,}60 = 0{,}600$ cbm bei der Hereingewinnung $0{,}600 \cdot 15 = 9$ hl.

Will man die Ergiebigkeit dem Gewichte nach ermitteln, so hat man die Zahl der Hectoliter mit dem Gewichte eines Hectoliters zu

multicipliren. 1 hl Steinkohle wiegt 85 bis 95 kg, je nach der Qualität, dem Antheilverhältniss der grösseren Stücke und dem Aschengehalt. Nimmt man daher für das zu Grunde gelegte Flötz ein Gewicht von 92 kg pro Hectoliter geförderter Kohle an, so ist die Ergiebigkeit von 1 qm des Flötzes

$$9 \text{ hl} \times 92 \text{ kg} = 828 \text{ kg}.$$

Hat man durch anderweitige Versuche das durchschnittliche specifische Gewicht des Fördergutes ermittelt (das specifische Gewicht der reinen Steinkohle beträgt 1,2 bis 1,5), so ergiebt sich die Gewichtsergiebigkeit des Flötzes sehr einfach durch Multiplication des anstehenden Volumens mit jenem specifischen Gewichte.

18. Es ist leicht einzusehen, wie sich die vorbesprochene Einheitsgrösse bei der Beurtheilung der Leistung eines Gewinnungspunktes verwerthen lässt. Wenn die Production des Gewinnungspunktes nicht im Verhältniss steht mit der nach der Flötzmächtigkeit berechneten Ergiebigkeit, so beweist dies, dass die Arbeiter zu langsam zu Felde gerückt sind oder Kohlen im Versatz gelassen haben, sofern nicht etwa die Productionsabnahme vom Auftreten einer Flötzstörung herrührt, was leicht zu constatiren ist.

Man kann auch aus der Ausdehnung des Abbaues auf einer Sohle und unter Zugrundelegung der obigen Einheitsgrösse die Dauer und die Förderung der betreffenden Sohle berechnen oder auch die Ausdehnung ermitteln, welche dem Abbau noch gegeben werden muss, um eine bestimmte tägliche Förderung zu erreichen.

19. Aus der Mächtigkeit der Flötze und unter Berücksichtigung ihrer Ergiebigkeit lässt sich überhaupt annähernd berechnen, welches Kohlenquantum in einem Grubenfelde vorhanden ist und wie lange — bei einer bestimmten Höhe der Förderung — dasselbe vorhalten wird. Vorausgesetzt nämlich, dass Zahl und Mächtigkeit der Flötze, sei es durch Bohrlöcher, sei es durch Aufschlüsse oder Schlussfolgerungen aus den Aufschlüssen des eigenen oder eines benachbarten Bergwerksbetriebes bekannt sind, so wird zunächst die Flächenausdehnung, welche jedes Flötz innerhalb des Grubenfeldes besitzt, berechnet. Durch Multiplication dieses Flächeninhalts mit der Mächtigkeit des Flötzes wird der Cubikinhalt ermittelt und die Anzahl von Hectolitern, welche jedes Flötz liefern wird, bestimmt. Dieses Quantum ist dann noch je nach den Umständen mehr oder weniger stark zu reduciren, um den Kohlenmengen Rechnung zu tragen, welche in Folge von Störungen der Lagerung oder des Betriebes oder aus sonstigen Gründen verloren gehen. Je nach der grösseren oder geringeren Regelmässigkeit der Lagerung, sowie je nach der anwendbaren Abbaumethode ist der betreffende Reductionscoëfficient höher oder niedriger zu greifen. Sein Schwanken in Folge der aufgeführten Umstände ist sogar so gross, dass

es zwecklos sein würde, hier einen Mittelwerth angeben zu wollen. Es muss in dieser Beziehung für jeden einzelnen Fall eine besondere Calculation angestellt werden.

20. 2. Zusammensetzung der Flötze. — Ein Flötz besteht gewöhnlich aus mehreren Kohlenbänken, welche entweder unmittelbar auf einander liegen oder durch kleine Schichten von Schiefer oder anderem Gestein oder von zerreiblicher Kohlenmasse getrennt sind. Eine solche Zwischenschicht heisst Bergmittel, in gewissen Fällen auch Schrammittel. Flötze, die nur eine einzige Bank bilden, sind selten.

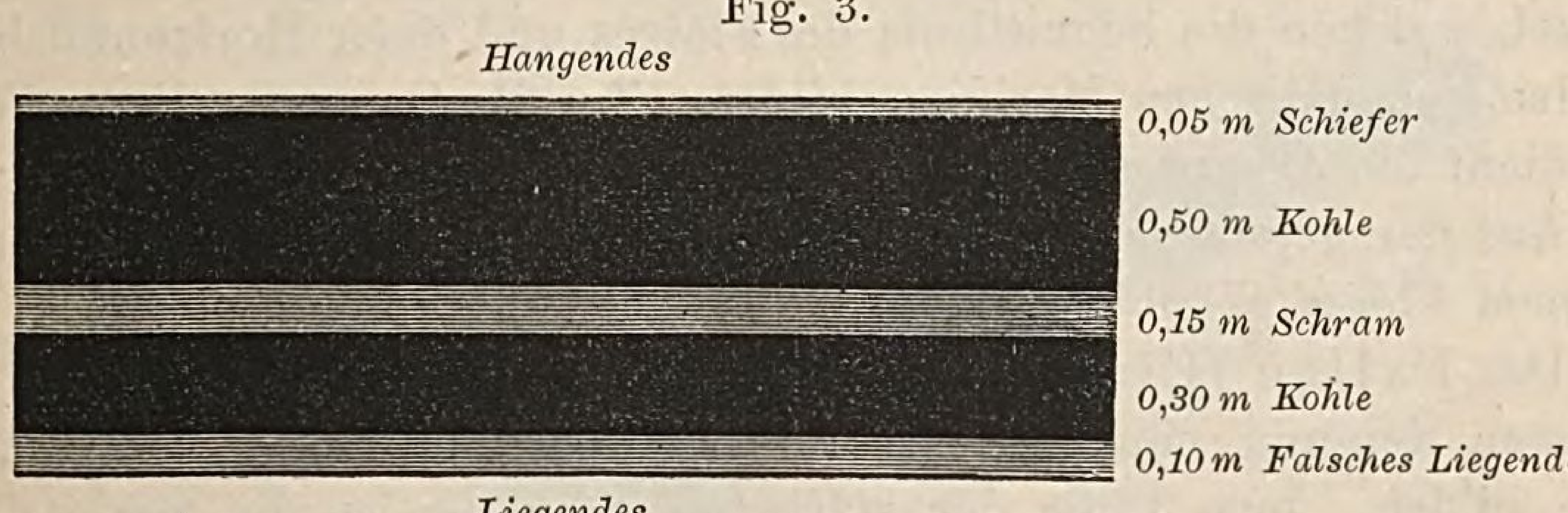
21. Um die Zusammensetzung eines Flötzes zu beschreiben, werden einfach, etwa mit dem Hangenden beginnend, die Schichten, aus denen es zusammengesetzt ist, nach einander aufgeführt, z. B.:

Schiefer („Nachfall")	0,05 m	
Kohle (Oberbank)	0,50 „	— 0,50 m
Schram	0,15 „	
Kohle (Unterbank)	0,30 „	— 0,30 „
Schiefer („falsches Liegendes") .	0,10 „	
Ganze Mächtigkeit	1,10 m	
Reine Kohle		0,80 m

Man kann die Zusammensetzung eines Flötzes auch graphisch darstellen, indem man jede Schicht nach ihrer Mächtigkeit maassstäblich aufzeichnet, wie in Fig. 3.

Zur Vervollständigung kann man auch noch die Eigenschaften jeder einzelnen Schicht, sowie des Hangenden und Liegenden ver-

Fig. 3.



merken. Hangendes und Liegendes können z. B. abblätternd, zerreiblich sein oder sich durch starken Druck auszeichnen, den sie nach Wegnahme der Kohle ausüben. Man sagt dann: das Flötz hat ein schlechtes Liegendes, ein schlechtes Hangendes. In anderen Fällen können sie fest und compact sein, das Flötz hat dann ein gutes Hangendes, ein gutes Liegendes u. s. w. Auch können sie accessorische Mineralien führen, wie Schwefelkies, Eisensteinnieren und dergleichen, oder auch charakteristische Abdrücke zeigen.

Zuweilen hat ein Flötz die Eigenschaft, sich von den einschliessenden Schichten nicht abzulösen. Dieser Umstand muss vorkommendenfalls gleicherweise verzeichnet werden, denn er kann die Gewinnung sehr schwierig machen. Wollte man nämlich darüber hinwegsehen, dass Kohlenstücke am Nebengestein sitzen bleiben oder dass Theile dieses letzteren an der hereingewonnenen Kohle anhaften, so würde sich entweder ein zu starker Abbauverlust oder aber eine unreine Förderung ergeben.

Die einzelnen Kohlenbänke eines Flötzes können wiederum unter einander verschieden sein und zwar sowohl nach der chemischen Zusammensetzung, als auch nach ihren physikalischen Eigenschaften. So hat dasselbe Flötz oft eine Bank, welche beim Abbau in grosse Stücke zerfällt und eine andere, die nur Kleinkohle liefert.

Von allen diesen Umständen muss genau Notiz genommen werden; sie können maassgebend werden bei der Beurtheilung der Bauwürdigkeit eines Flötzes und können für sich allein die Anwendung der einen oder der anderen Abbaumethode vorschreiben.

22. 3. Lagerung der Flötze. — Die Geologie lehrt, dass alle Flötze sich horizontal abgelagert haben und dass es spätere Bodenbewegungen waren, welche ihre ursprüngliche Lage gestört haben, so dass sie jetzt geneigt oder sogar ganz zusammengefalten erscheinen. Man nennt nun Lagerung denjenigen geometrischen Zustand, in welchem sich das Flötz in Folge jener nachträglichen Bodenbewegungen gegenwärtig befindet.

Die Lagerung wird durch das Streichen und das Fallen des Flötzes bezeichnet.

23. Das Streichen eines Flötzes wird gemessen durch den Winkel, welchen die Schnittlinie des Flötzes und einer Horizontalebene mit dem magnetischen Meridian bildet. Zur Bestimmung dieses Winkels dient der Compass (Fig. 4).

Aus der gegebenen Erklärung ergiebt sich, dass eine horizontal in einem Flötze getriebene Strecke dem Streichen desselben folgt.

Das Fallen (Einfallen) ist der Winkel, welchen die Linie der stärksten Neigung eines Flötzes (die Falllinie) mit einer Horizontalebene bildet. Jene Linie der stärksten Neigung ist die Schnittlinie des Flötzes mit einer senkrechten Ebene, welche rechtwinkelig zum Streichen des Flötzes steht.

Das Einfallen wird mittelst des Gradbogens gemessen und in Graden des Kreisquadranten ausgedrückt.

In Fig. 5 folgt die horizontale Strecke *G* dem Streichen des Flötzes, während der Gradbogen an die Falllinie desselben angelegt ist.

Es kommen alle Fallwinkel von 0^0 bis 90^0 vor. Wenn das Einfallen 45^0 nicht übersteigt, heisst das Flötz ein flaches (*plateure* oder

plat), bei stärkerer Neigung heisst es ein stehendes *(dressant* oder *droit*)*. Diese Bezeichnungen sind jedoch nicht so ganz allgemein. In einigen Districten würde ein Flötztheil von mehr als 45⁰ Einfallen

Fig. 4.

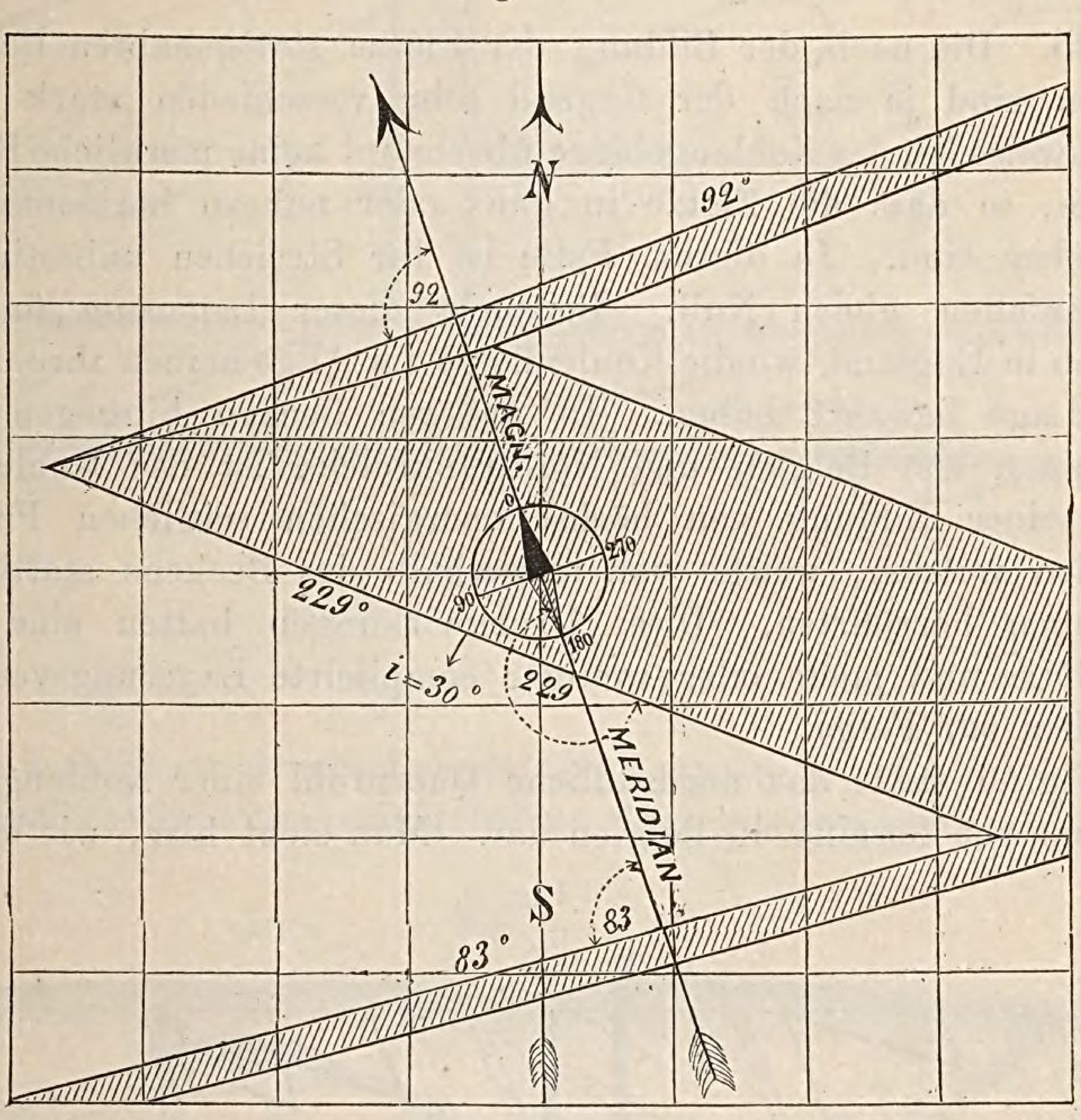
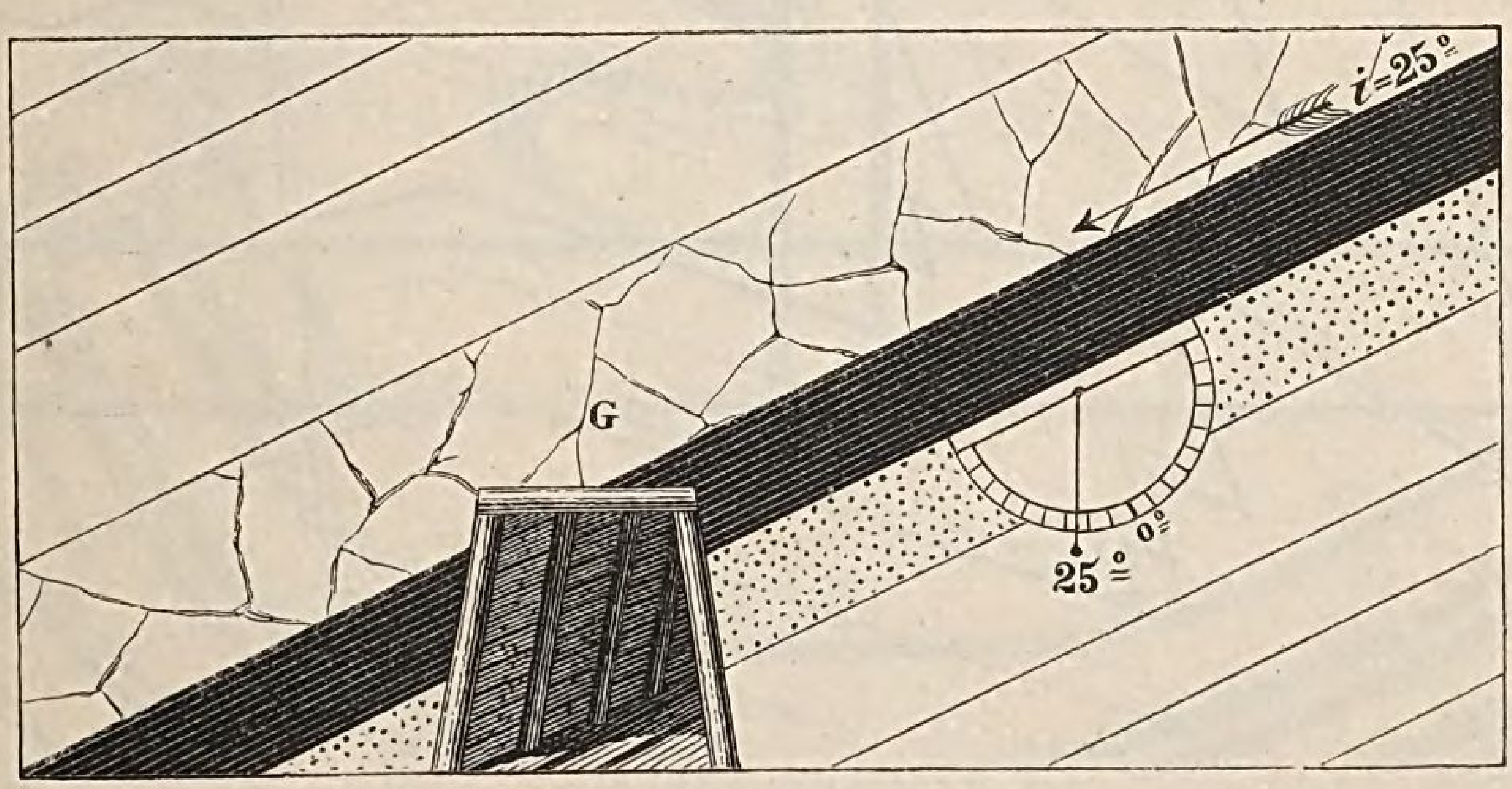


Fig. 5.



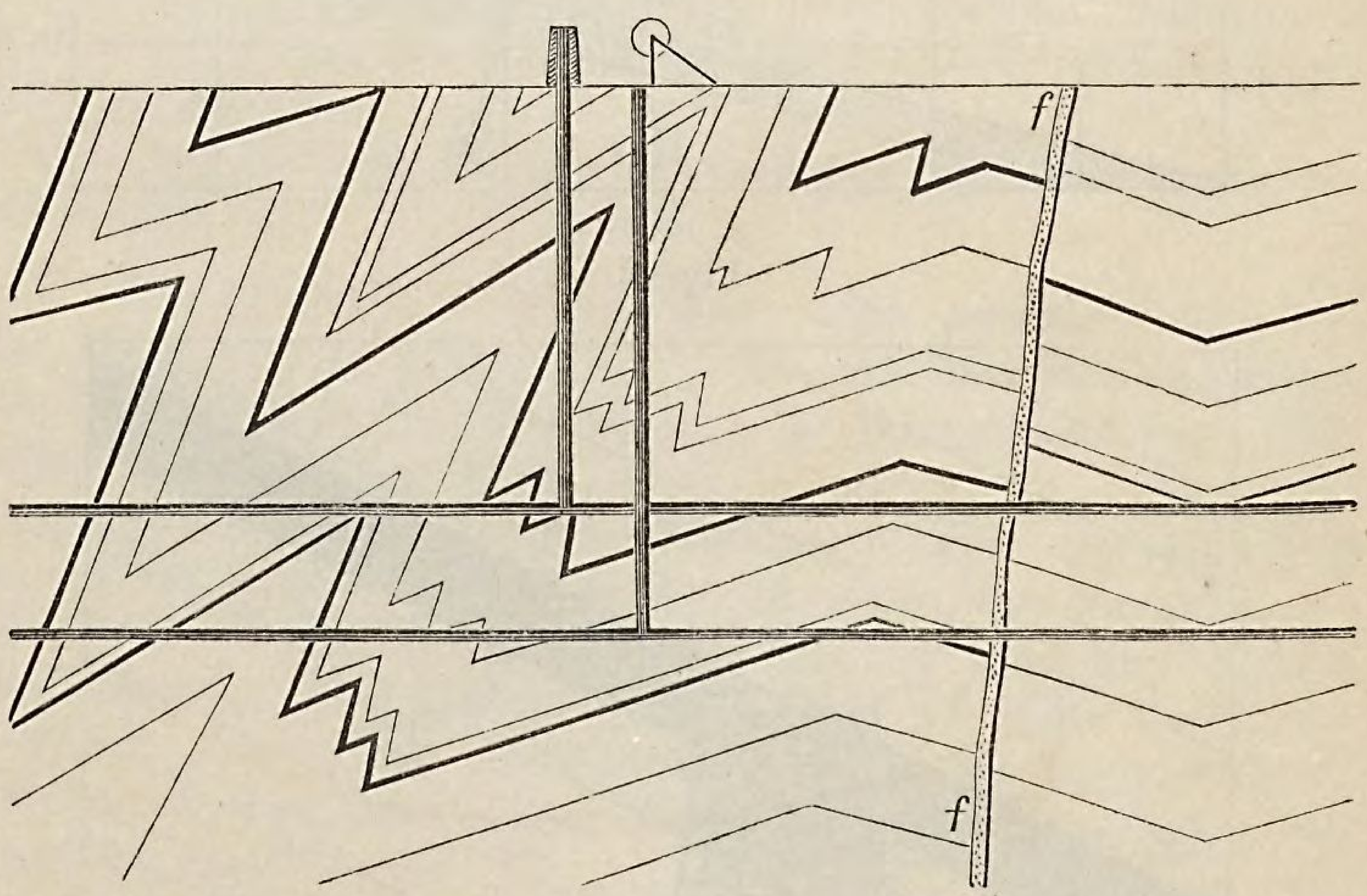
*) Diese scharfe Unterscheidung von flachen und stehenden Flötzen oder Flötzflügeln ist nur in dem Becken gebräuchlich, welches sich von Aachen durch Belgien nach Nordfrankreich zieht und sich durch die zickzackförmige, ein fortwährendes Abwechseln von steilen und flachen Muldenflügeln bedingende Faltung des dortigen Steinkohlengebirges auszeichnet. L.

noch als ein flacher Flügel bezeichnet werden, wenn er zwei stehende Flügel (bei Aachen auch „Rechte“ genannt) verbindet. Er würde aber abgebaut werden nach Art dieser letzteren und eben dieser Umstand giebt der obigen Definition ihre Berechtigung.

25. Die nach der Bildung der Flötze stattgehabten Bodenbewegungen sind je nach der Gegend sehr verschieden stark gewesen. Stellenweise hat das Kohlengebirge überhaupt keine merkliche Bewegung erlitten, so dass die Flötze in ganz oder nahezu horizontaler Lage verblieben sind. In diesem Falle ist ihr Streichen unbestimmt und ihr Einfallen gleich Null. Beispiele dieser Lagerung finden sich vielfach in England, wo die Kohlenflötze im Allgemeinen ihre ursprüngliche Lage bewahrt haben. In anderen Becken hingegen, wie in denjenigen von Belgien und Nordfrankreich, ist das Kohlengebirge nach seiner Bildung von höchst energischen seitlichen Pressungen betroffen worden, welche von ausserhalb des Beckens stattfindenden Hebungen herrührten. Diese Druckwirkungen hatten eine Faltung der Flötze und mehr oder weniger complicirte Lagerungsverhältnisse derselben zur Folge.

Fig. 6 stellt das nordsüdliche Querprofil einer Kohlengrube des Beckens von Seraing in Belgien dar. Man sieht hier, wie die Flötze

Fig. 6.



durch ihre Faltung eine Reihenfolge von flachen und stehenden Muldenflügeln bilden. Die Lagerung, welche sich in derartigen Profilen ausspricht, ist die sogenannte Zickzacklagerung. Dieselbe ist von fast allgemeiner Verbreitung in Belgien und Nordfrankreich.

Die Falten sind im Allgemeinen so scharf ausgeprägt, wie in Fig. 6 dargestellt. Zuweilen sind sie jedoch mehr gerundet, wie Fig. 7 zeigt,

welche das nordsüdliche Profil einer Kohlengrube des Beckens von Charleroi wiedergiebt.

Fig. 7.

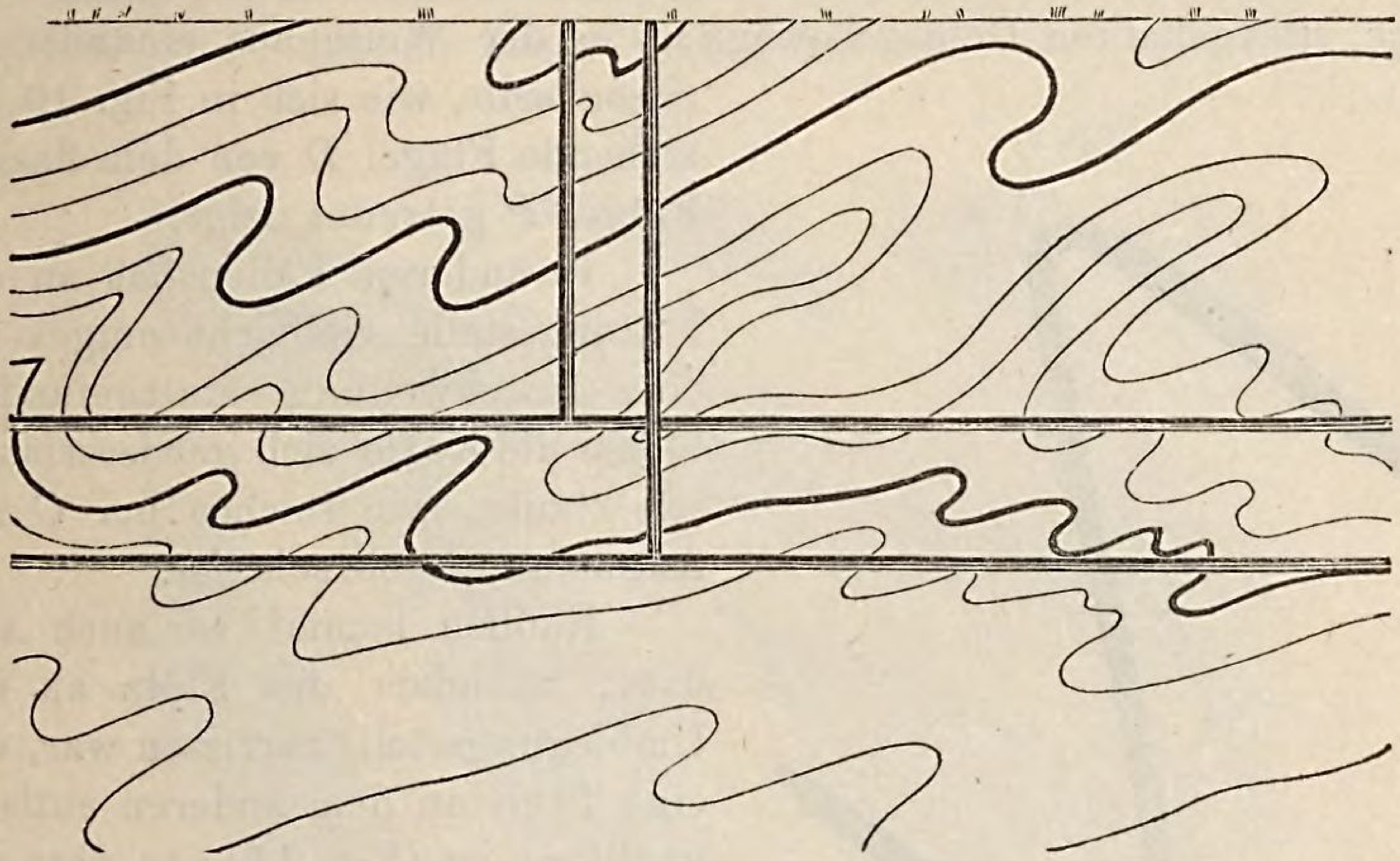
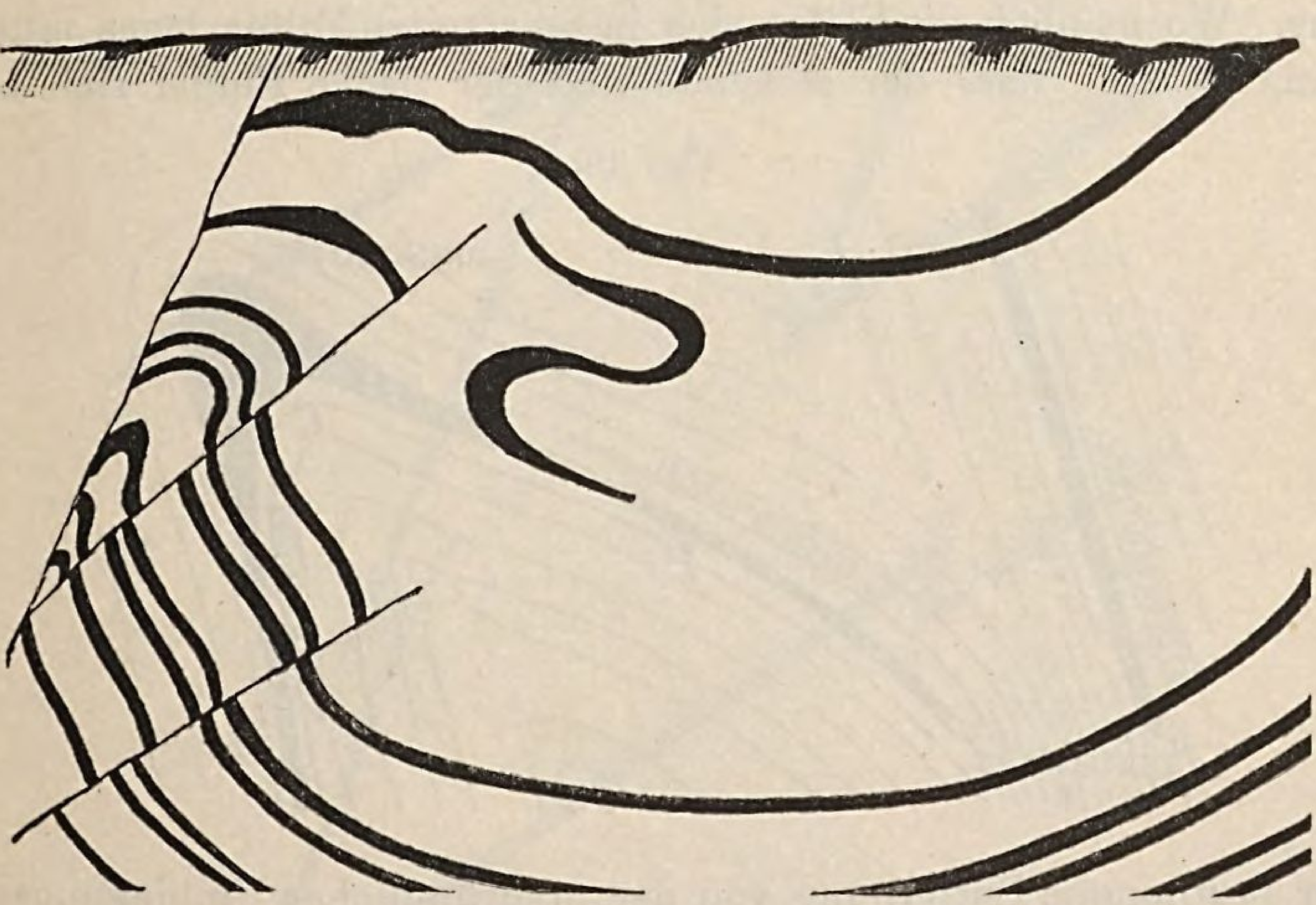


Fig. 8 stellt ein drittes Beispiel der Lagerungsformen dar, welche die Kohlenflötze in Folge stattgehabter Gebirgsbewegungen annehmen können.

Fig. 8.

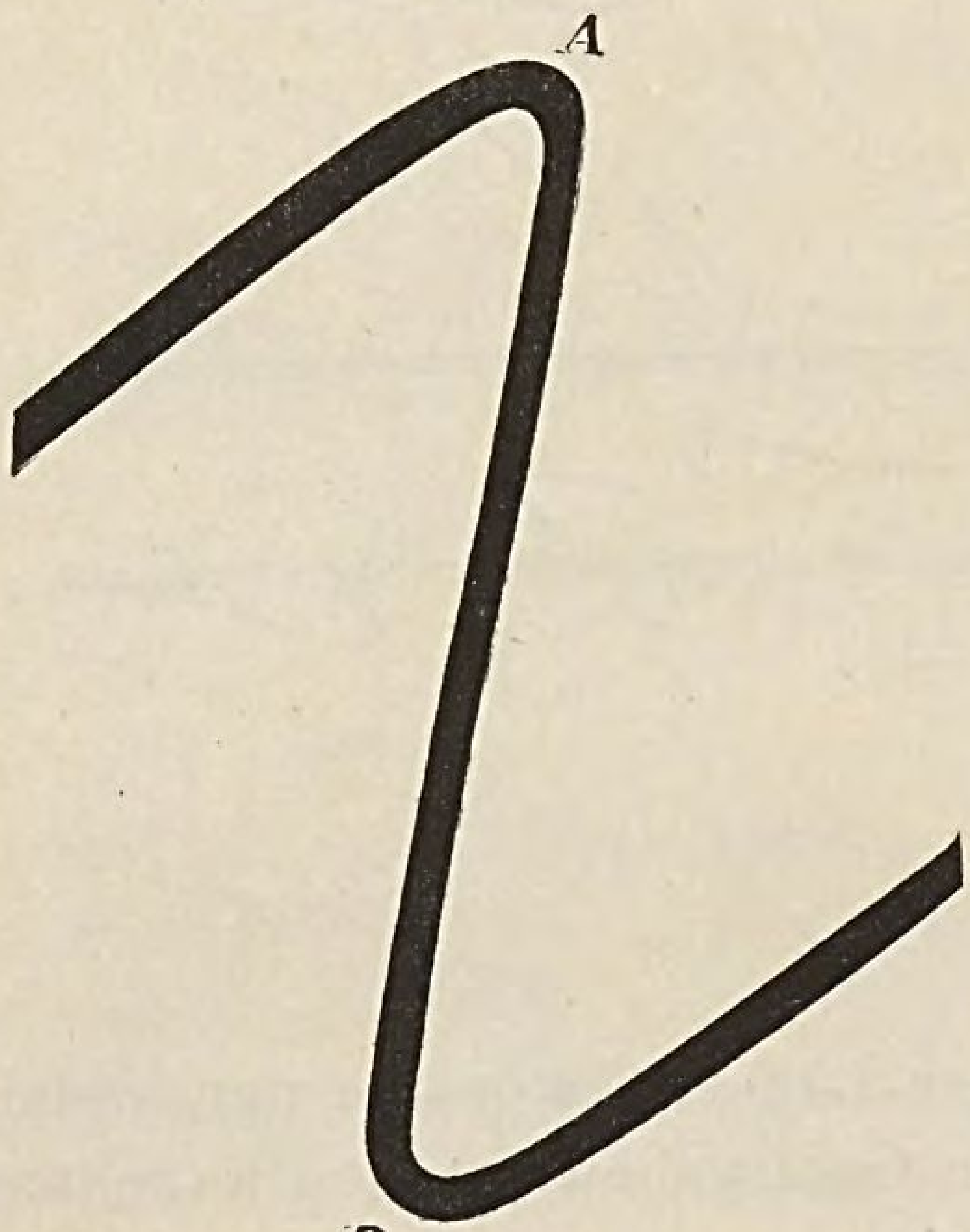


26. Die Umbiegungen heissen, wenn sie in dem bei *A* (Fig. 9, a. f. S.) angedeuteten Sinne stattfinden, Sättel, wenn sie die bei *B* gezeichnete Form haben, Mulden. Sattel heisst sonach eine Falte, bei der die äussere (convexe) Seite, Mulde dagegen diejenige, bei der die innere (concave) Seite nach oben gerichtet ist.

27. Die Umbiegungsstellen zeigen häufig Besonderheiten, die erwähnt zu werden verdienen.

Das Flötz kann nämlich in Folge einer nach der Bildung der Falte noch stattgehabten Gebirgsbewegung in der Weise aus einander gerissen sein, wie sich in Fig. 10 der stehende Flügel *D* von dem flachen Flügel *P* getrennt zeigt.

Fig. 9.

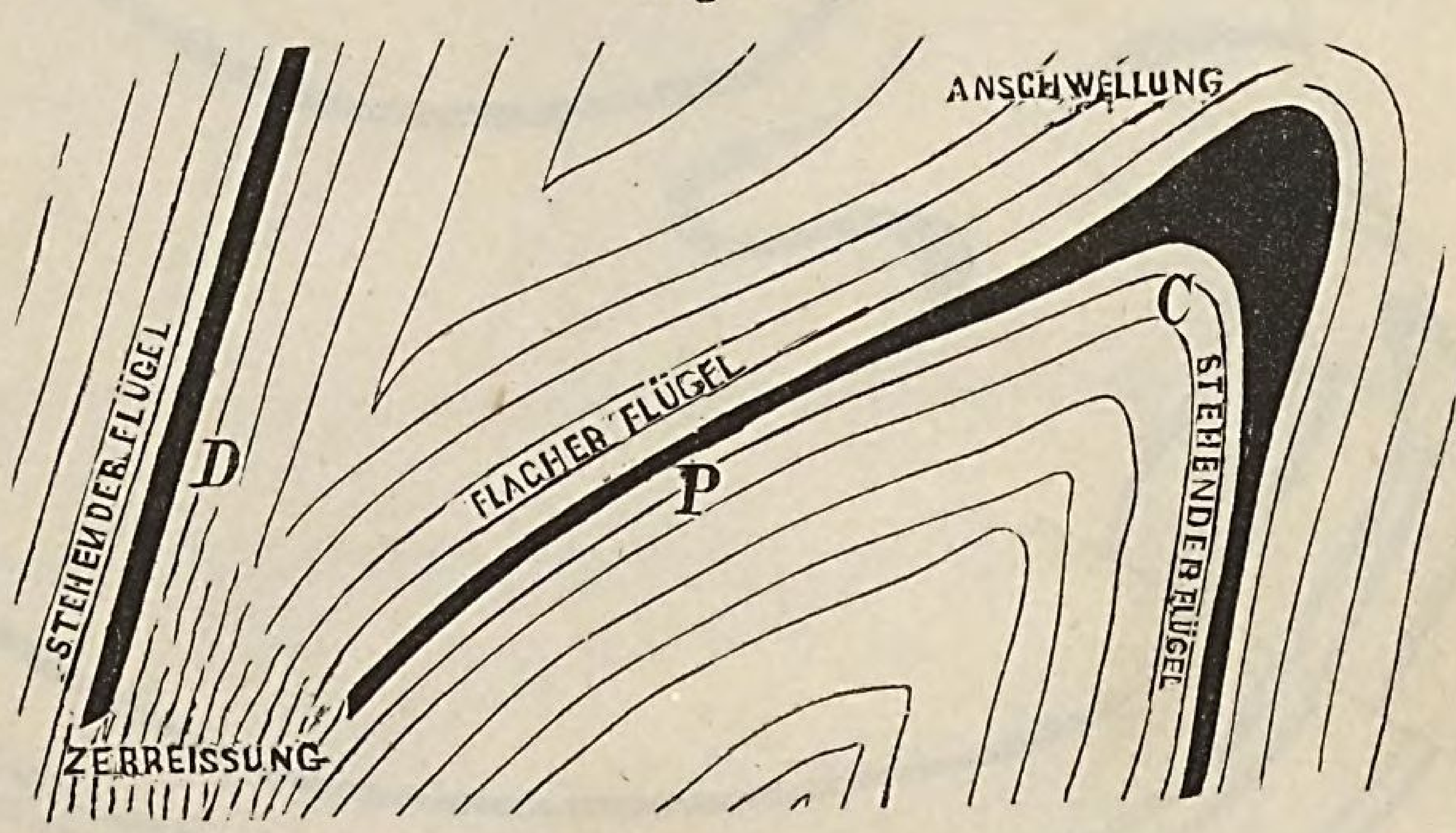


In anderen Fällen hat an der Faltungsstelle vielleicht umgekehrt eine Anschwellung stattgefunden, indem die Kohle sich gewissermaassen staute, wie solches bei *C* zur Anschauung gebracht ist.

Endlich kommt es auch vor, dass, nachdem das Flötz an der Umbiegungsstelle zerrissen war, der eine Theil an dem anderen entlang geglitten ist (Fig. 11), so dass ein schwanzförmiges Flötzstück über die Umbiegungsstelle hinausragt.

Zuweilen hat dieser schwanzförmige Ausläufer eine andere Ursache. Wo nämlich die Flötze sich in sehr spitze Falten legen mussten, kommt es vor, dass der stehende und der flache Flügel sich bis zu

Fig. 10.



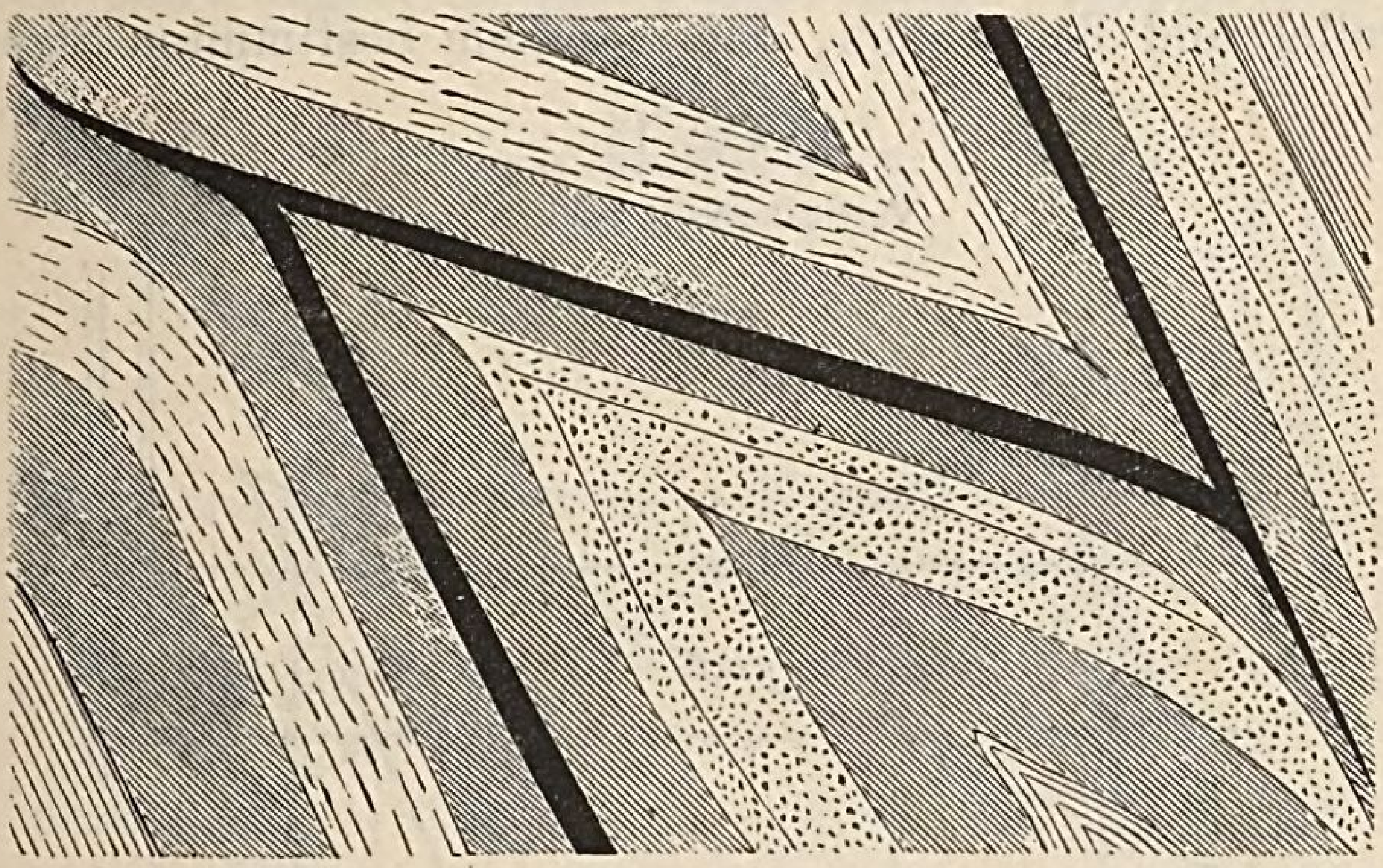
einer bestimmten Entfernung von der ursprünglichen Umbiegungsstelle auf einander legten, so dass das Schwanzstück aus den zu einem Flötztheile von vermehrter Mächtigkeit vereinigten beiden Flügeln besteht.

28. Sowohl die stehenden wie die flachen Flötzflügel können in ihrer Fallrichtung durch Einschiebung kleiner Specialhaken abgesetzt sein. So ist beispielsweise in Fig. 12 der stehende Flügel durch Ein-

schiebung eines kleinen flachen bei *A*, der flache durch Einschiebung eines kleinen stehenden bei *B* unterbrochen.

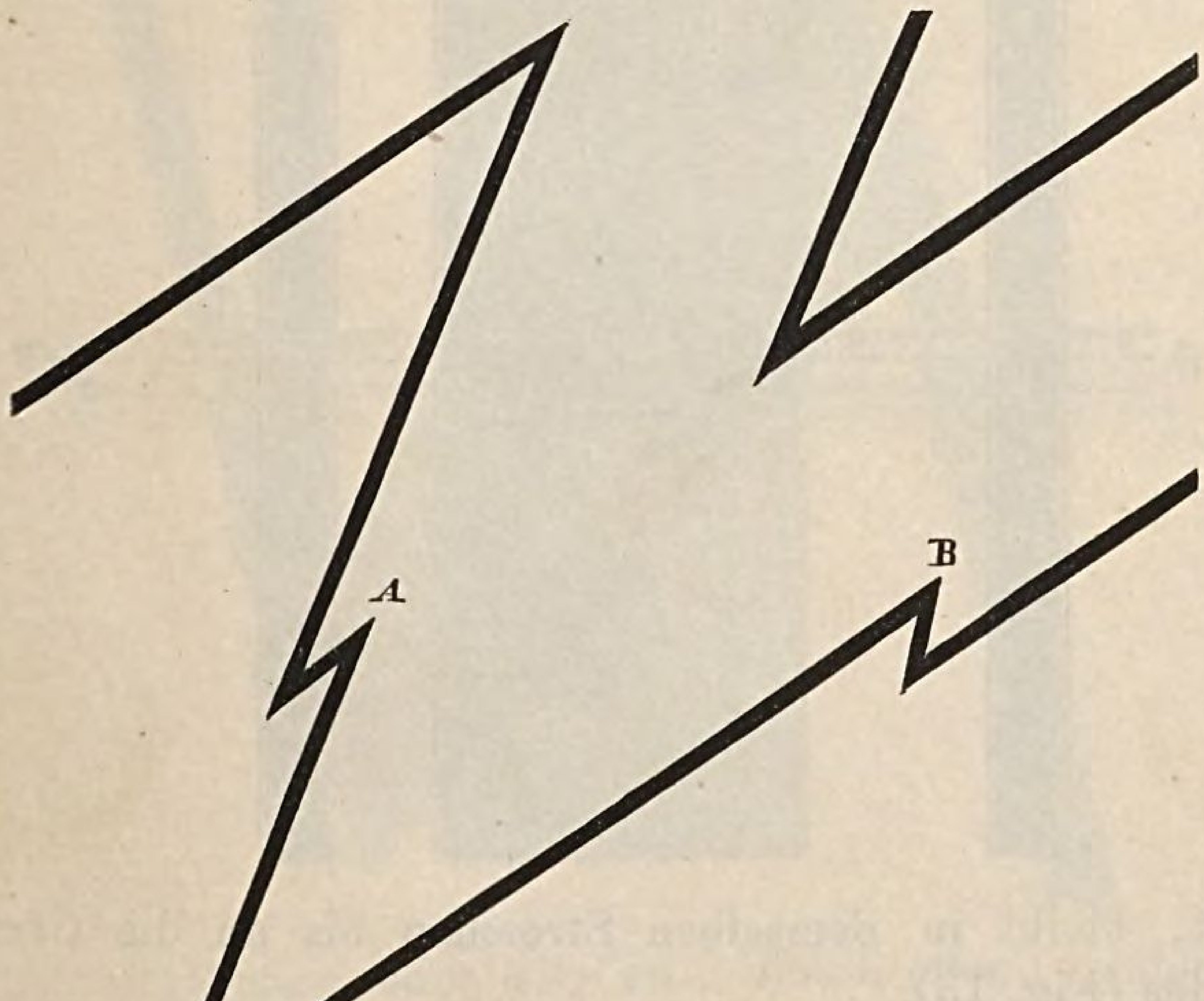
Diese Specialhaken sind oftmals von sogenannten Verdrückungen begleitet (36), indem die Kohle durch den Gebirgsdruck gewissermassen

Fig. 11.



hinweggequetscht ist. In allen Fällen, auch dann, wenn das Flötz an der betreffenden Stelle nichts von seiner Mächtigkeit verliert, setzt

Fig. 12.



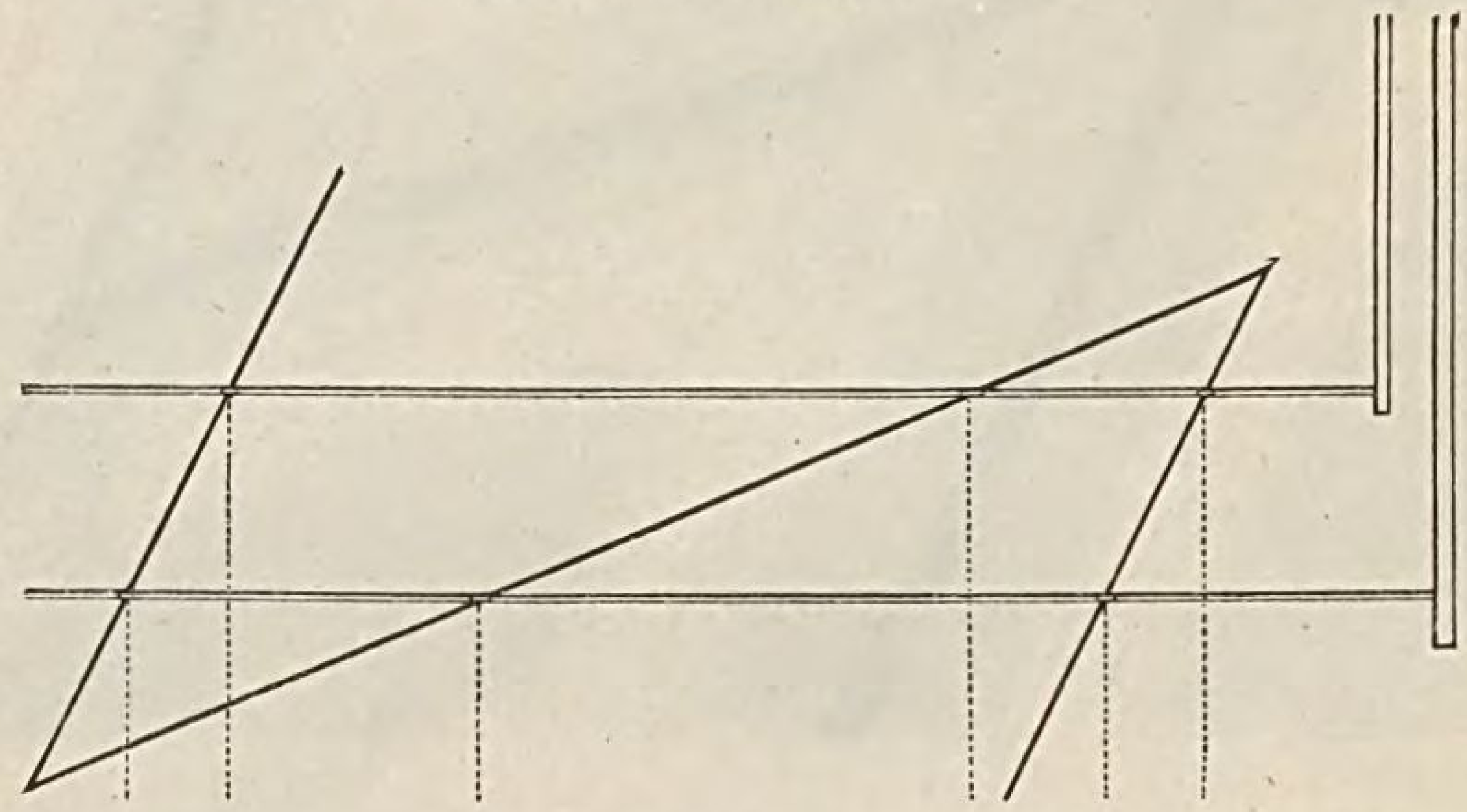
das Auftreten von Specialhaken dem regelmässigen Abbau grosse Hindernisse entgegen und zwingt zuweilen zu ganz veränderten Dispositionen hinsichtlich der Ausgewinnung des betreffenden Abbaufeldes.

29. Die Sattel- und Muldenlinien sind nicht immer horizontal, sondern meistens geneigt.

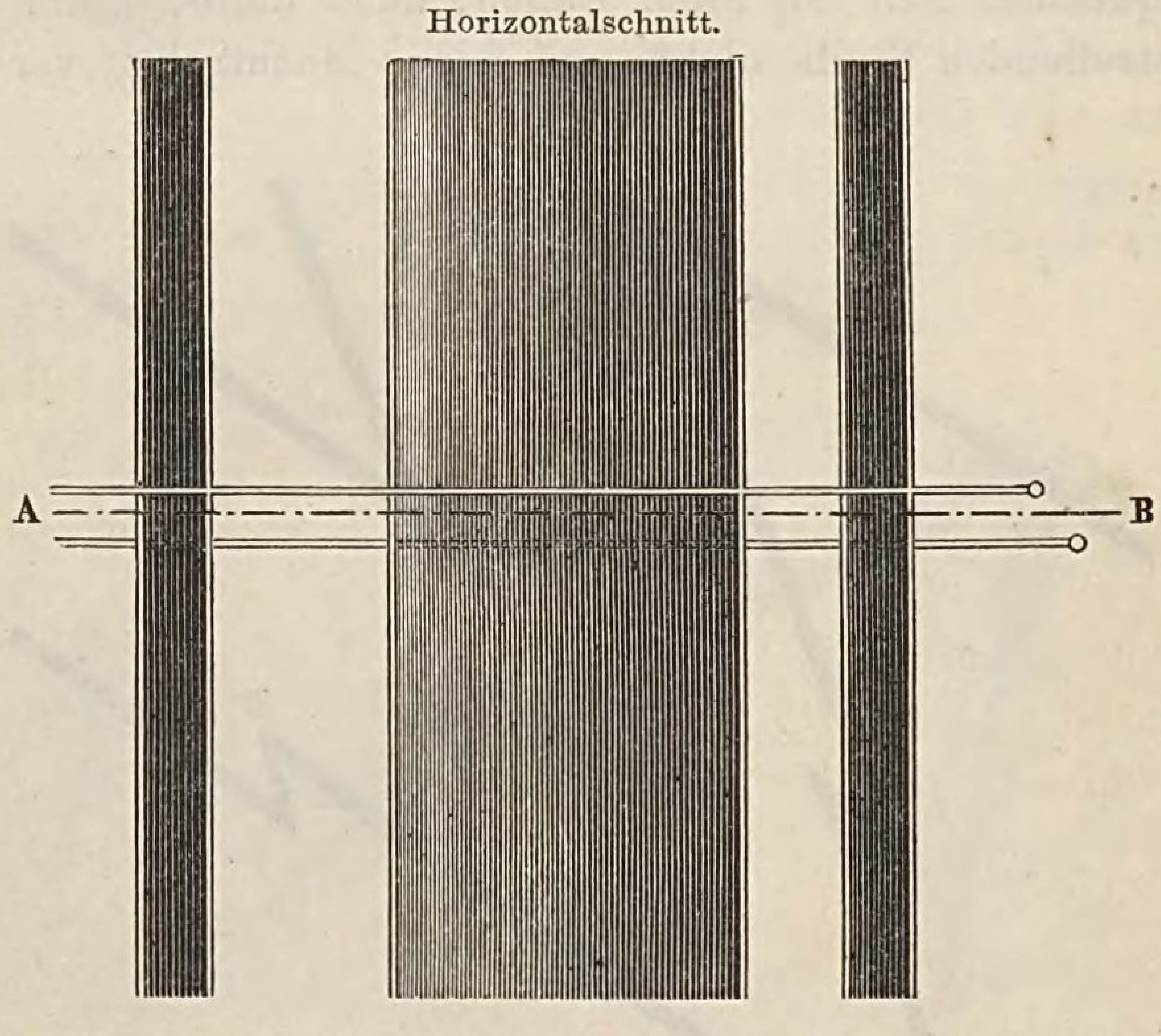
Dieses Einschieben der Faltungslinien macht die Lagerungsverhältnisse noch bedeutend verwickelter und den Abbau unbequem. Wenn nämlich die Faltungslinien horizontal verlaufen, so werden die auf den verschiedenen Flötzflügeln aufgefahrenen Grundstrecken unter sich parallel und der Abbau, der in einem bestimmten Streichen an-

Fig. 13.

Verticalschnitt nach A B.



Horizontalschnitt.



gesetzt ist, bleibt in demselben Streichen bis an die Grenzen des Grubenfeldes (Fig. 13).

Ganz anders gestaltet sich dagegen die Sache, wenn die Sattel- und Muldenlinien geneigt sind. Der Horizontalschnitt bildet dann ebensolche Zickzacklinien wie der Verticalschnitt (Fig. 14) und ein in einem bestimmten Streichen angesetzter Abbau gelangt nach und nach in alle übrigen Streichrichtungen. Jeder Wechsel des Streichens

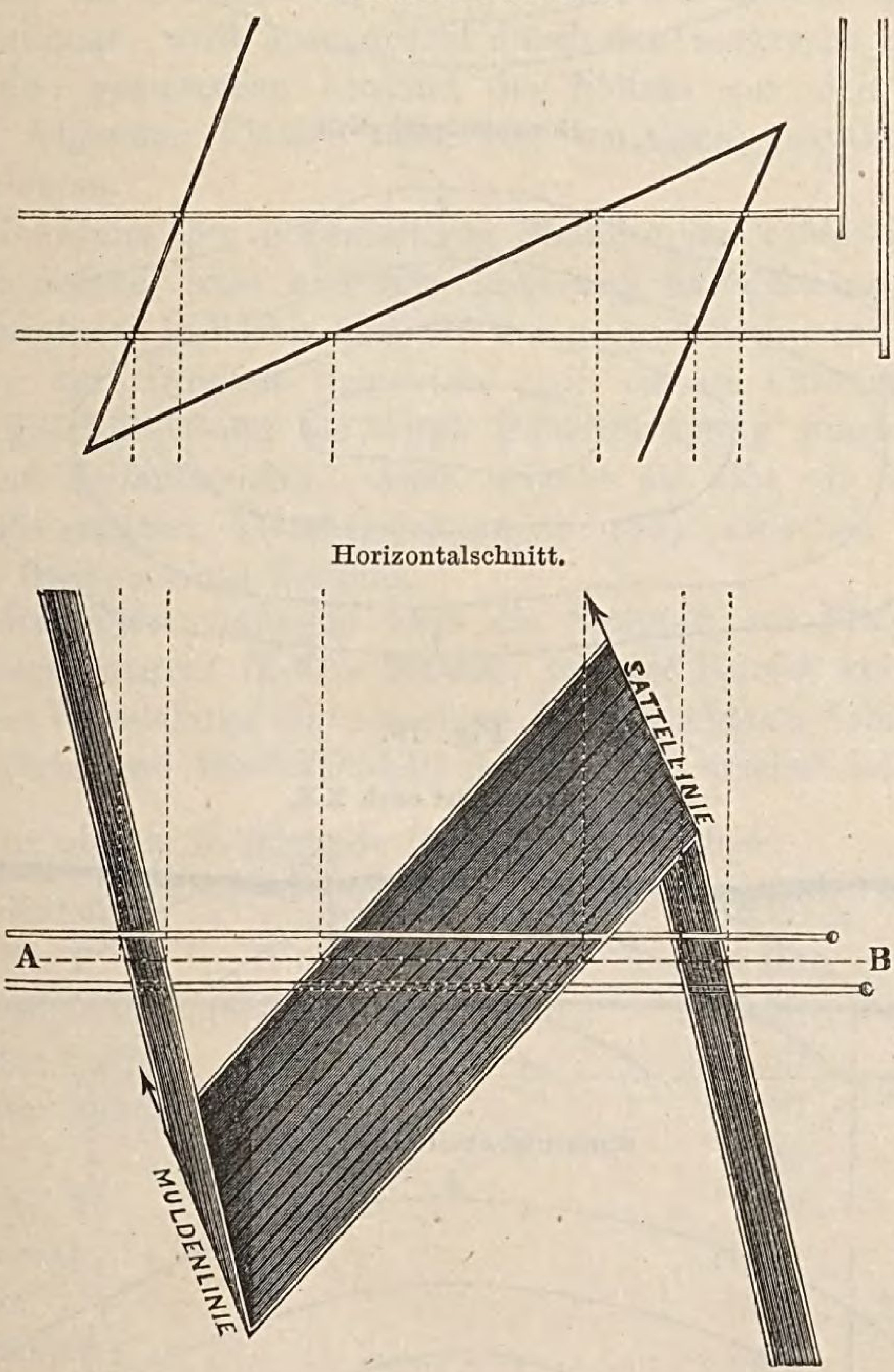
verändert dann vollständig die Angriffsfront der Abbaustösse und führt Veränderungen in der Production des Flötzes herbei (396).

30. Die nach der Ablagerung der Steinkohlenflötze stattgehabten Bodenbewegungen konnten auch noch andere als die vorstehend beschriebenen Lagerungsarten zur Folge haben. Häufig sind nämlich

Fig. 14.

Verticalschnitt nach A B.

Horizontalschnitt.



die Mulden nicht nach einer oder zwei Seiten offen, sondern ringsum geschlossen, so dass eine kahn- oder schüsselförmige Lagerung entsteht. Ebenso können auch die Sättel statt der einfach dachförmigen eine umlaufende, einem umgekehrten Kahne oder einer umgekehrten Schüssel entsprechende Gestalt annehmen.

Bei der geschlossenen Mulde convergieren alle Fallrichtungen des Flötzes nach der Mitte und die in verschiedener Höhe geführten

Horizontalschnitte bestehen aus einer Reihe von concentrischen, mehr oder weniger regelmässigen Kreisen oder Ellipsen (Fig. 15).

Fig. 15.

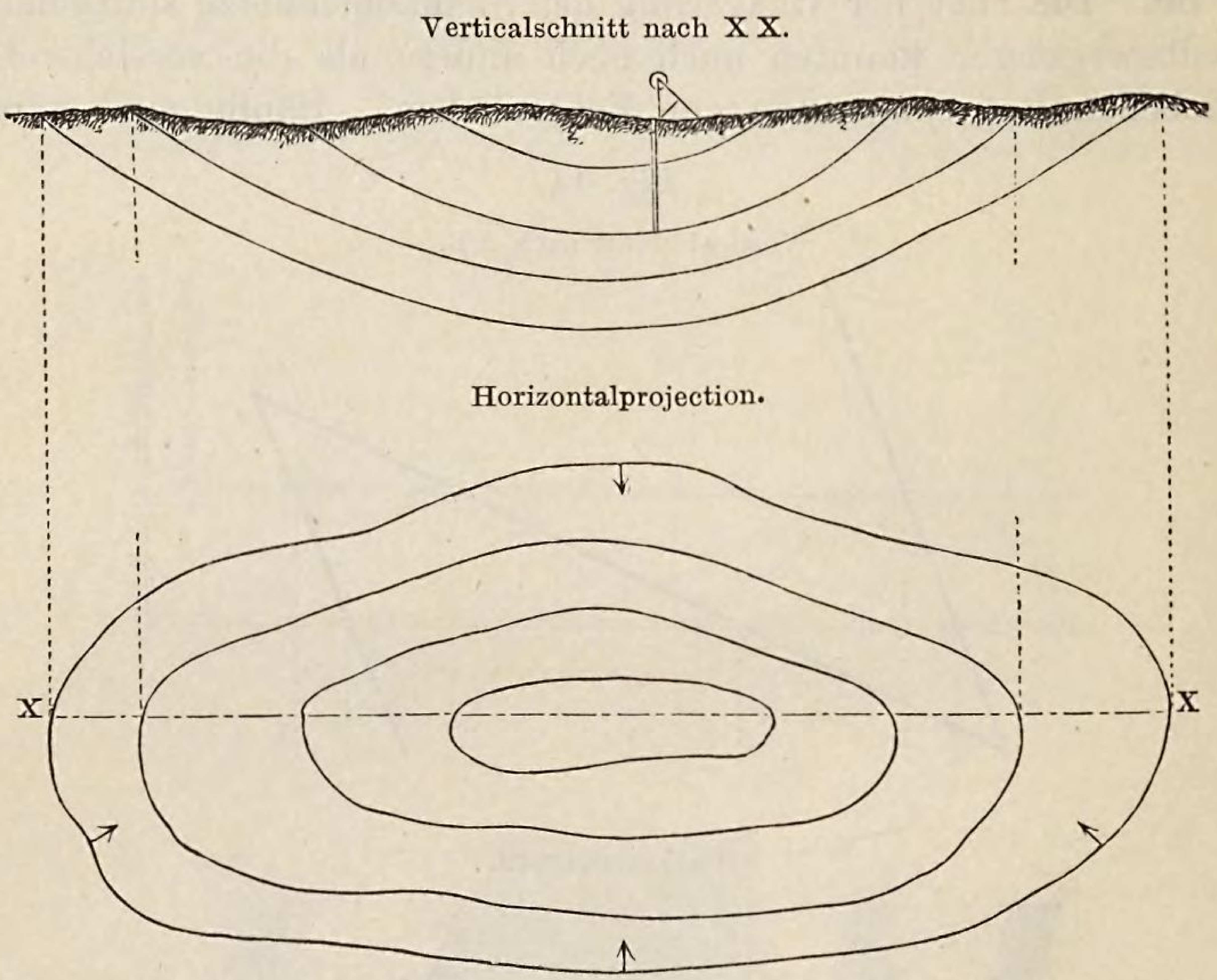
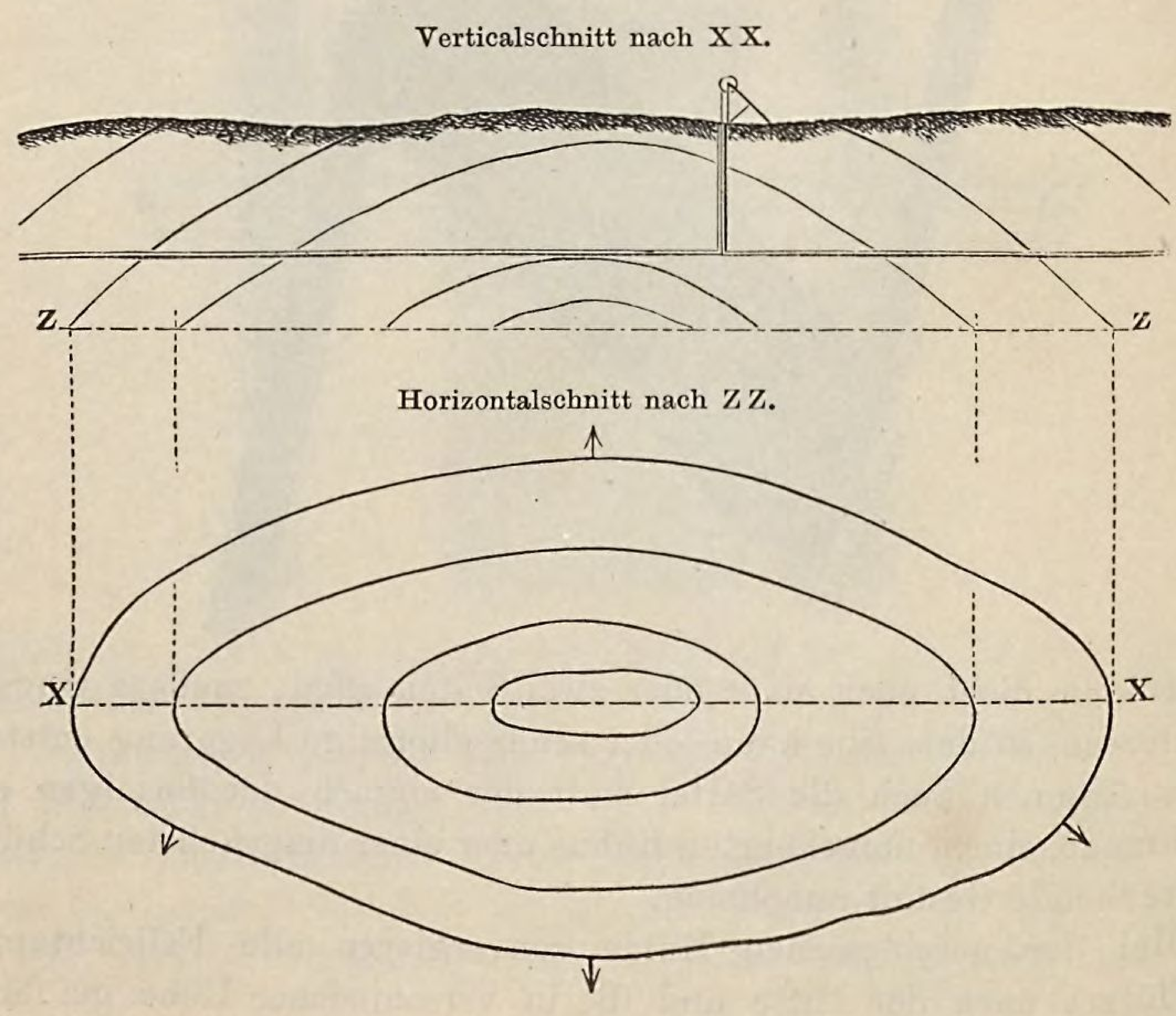


Fig. 16.



Bei dem umlaufenden Sattel ist die hohle Seite nach unten gekehrt und die Fallrichtungen divergiren (Fig. 16).

Man findet diese Lagerungsarten sowohl im Grossen — wenn nämlich das ganze Becken diese Form besitzt — als auch im Kleinen als untergeordnete Erscheinungen in einem sonst aus geöffneten Mulden und Sätteln bestehenden Becken.

31. 4. *Stellung der Flötze in der Schichtenfolge.* Diese Stellung oder der *Horizont*, welchen ein Flötz in dem betreffenden Becken einnimmt, wird ausgedrückt durch den senkrecht zu den Gebirgsschichten gemessenen Abstand des Flötzes von den über und unter ihm folgenden Flötzen oder von sonstigen charakteristischen Gebirgsschichten.

Die Kenntniss der gegenseitigen Stellung der Flötze ist da, wo die Zahl derselben gross und ihre Lagerung unregelmässig ist, von hoher Wichtigkeit. In Verbindung mit der geognostisch-mineralogischen Betrachtung der einzelnen Schichten dient sie als Führerin bei den Ausrichtungsarbeiten und bei deren Ueberschlagung hinsichtlich des Kosten- und Zeitaufwandes. Auch erlaubt sie sehr oft die Vereinbarung gemeinsamer Flötzbezeichnungen (33) zwischen den verschiedenen Gruben eines Beckens.

Aus den Aufzeichnungen über die Stellung der Flötze in der Schichtenfolge entsteht in dem Maasse, wie der Betrieb vorrückt, ein vollständiges Verzeichniss der einzelnen durchbrochenen Schichten, aus welchem Stärke und Beschaffenheit derselben zu ersehen ist.

So kann sich z. B. folgende Reihenfolge ergeben:

Milder Schiefer	10,00 m	
Flötz Nr. 1	1,00 „	
Schwarzer, blätteriger Schiefer	0,50 „	26,50 m
Compacter Schiefer	20,00 „	
Sehr fester Sandstein	5,00 „	
Schiefer	1,00 „	
Flötz Nr. 2	0,50 „	
Conglomerat	15,00 „	20,00 m
Sandstein	2,00 „	
Fester Schiefer	3,00 „	
Flötz Nr. 3	0,75 „	

u. s. w.

32. Die zwei auf einander folgende Flötze trennende Partie heisst *Zwischenmittel*.

Die Mächtigkeit der Zwischenmittel, welche wie die der Flötze senkrecht zur Schichtungsebene gemessen wird, wechselt zwischen

einem und Hunderten von Metern. Im belgischen Becken sind die Zwischenmittel selten stärker als 60 bis 70 m.

33. Es ist immer sehr interessant, die Flötze eines Beckens zu identificiren. Die Identität eines Flötzes ist für eine Reihe von Gruben festgestellt, wenn nachgewiesen ist, welches Flötz der einen Grube mit einem bestimmten Flötze einer anderen Grube identisch ist, welchem Flötze einer dritten Grube dieses letztere entspricht und so weiter.

Die Aufgabe ist oft viel schwieriger, als es auf den ersten Blick den Anschein hat. Dies spricht sich schon in dem Umstande aus, dass in Gegenden, wo die Zahl der Flötze gross und die Lagerung unregelmässig ist, die Flötze auf jeder Grube andere Namen zu führen pflegen. Ihr Charakter, ebenso wie derjenige der Zwischenmittel, ist aber auch weit davon entfernt, auf grössere Erstreckung hin constant zu bleiben. Derselbe kann schon in zwei benachbarten Grubenfeldern ganz erhebliche Verschiedenheiten zeigen. Auch stellt das Auftreten von Verwerfungen und sonstigen Störungen der Lösung der Aufgabe grosse Schwierigkeiten entgegen.

Das erste Erforderniss zur Identificirung der Flötze mehrerer Gruben ist das gründliche Studium der Grundrisse und Profile. Mit Hülfe der Grundrisse gelangt man dazu, durch ein geeignetes Niveau einen gemeinsamen Horizontalschnitt zu legen. In diesem wird jedes Flötz durch einfache Linien dargestellt, welche man nun zu verbinden suchen muss.

Verticalschnitte nach gewissen Linien sind ebenfalls unentbehrlich.

Zu diesen Grundlagen, welche das verhältnissmässig sicherste Anhalten gewähren, kommen dann noch andere Anhaltspunkte, welche entweder dazu dienen, die aus der Vergleichung der Risse erhaltenen Resultate zu controlliren, oder auch für sich allein zu Rathe gezogen werden, wenn nämlich auf ersterem Wege sich überhaupt kein Resultat ergeben hat. Der letztere Fall kann besonders dann eintreten, wenn die Aufschlussarbeiten nicht genügend vorgeschritten sind oder Gebirgsstörungen die Verhältnisse verwirren. In derartigen Fällen bleiben folgende Punkte ins Auge zu fassen:

a) die Mächtigkeit der Flötze;
b) ihre Zusammensetzung;
c) die Art und Mächtigkeit der Zwischenmittel;
d) etwaige besondere Merkmale, z. B. charakteristische Einlagerungen von Schwefelkies, Eisensteinschichten, Thonsteinflötze oder irgend welche andere, einen bestimmten geologischen Horizont bezeichnende Leitschichten, sowie das Vorkommen charakteristischer Pflanzenreste.

Alle diese Merkmale gewähren nur eine sehr beschränkte Sicherheit, weil sie von einem Punkte zum anderen meist schnell wechseln. Eben aus diesem Grunde können sie in der Regel nur aushülfsweise neben der Vergleichung der Risse benutzt werden.

34. Die „Schlechten" der Kohlenflötze. — Ausser den Schichtungsflächen, welche sich innerhalb der Flötze beobachten lassen und welche der allgemeinen Schichtungsebene parallel sind, giebt es noch andere Ablösungen in der Kohle, welche Schlechten heissen und deren Betrachtung nicht ohne Werth ist. Sie stehen häufig senkrecht zu der Ebene des Flötzes, in anderen Fällen aber schiefwinkelig zu derselben. Ihr Streichen ist bald parallel, bald in irgend einem Winkel zum Flötzstreichen gerichtet.

Hieraus geht hervor, dass die Kohle bald in parallelepipedischen, bald in rhomboëdrischen Stücken bricht.

Die Richtung der Schlechten muss bei der Disposition des Abbaues in Betracht gezogen werden, da dieselben die Gewinnung bedeutend erleichtern können. Wie später gezeigt werden wird (493), müssen die Abbaustösse dem Streichen der Schlechten möglichst parallel gelegt werden.

§. 4.

Die Störungen der Kohlenflötze.

35. Ausser den besprochenen Wellungen und Faltungen weisen die Kohlenflötze auch noch eigentliche Störungen auf, welche ihrer Ausgewinnung grosse Schwierigkeiten entgegensetzen können. Die hauptsächlichsten derselben sind folgende:

36. 1. Verdrückungen. — Unter einer Verdrückung versteht man eine locale Abnahme der Mächtigkeit eines Flötzes.

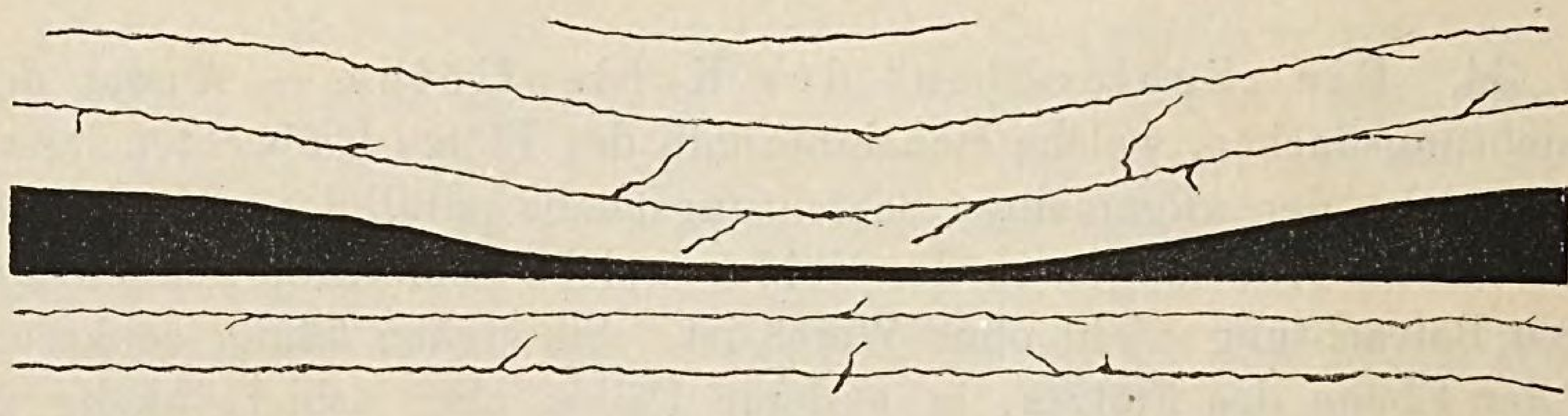
Fig. 17.



Oft ist diese Abnahme nur eine relative (Fig. 17), in anderen Fällen schrumpft das Flötz zu einem dünnen Streifen zusammen

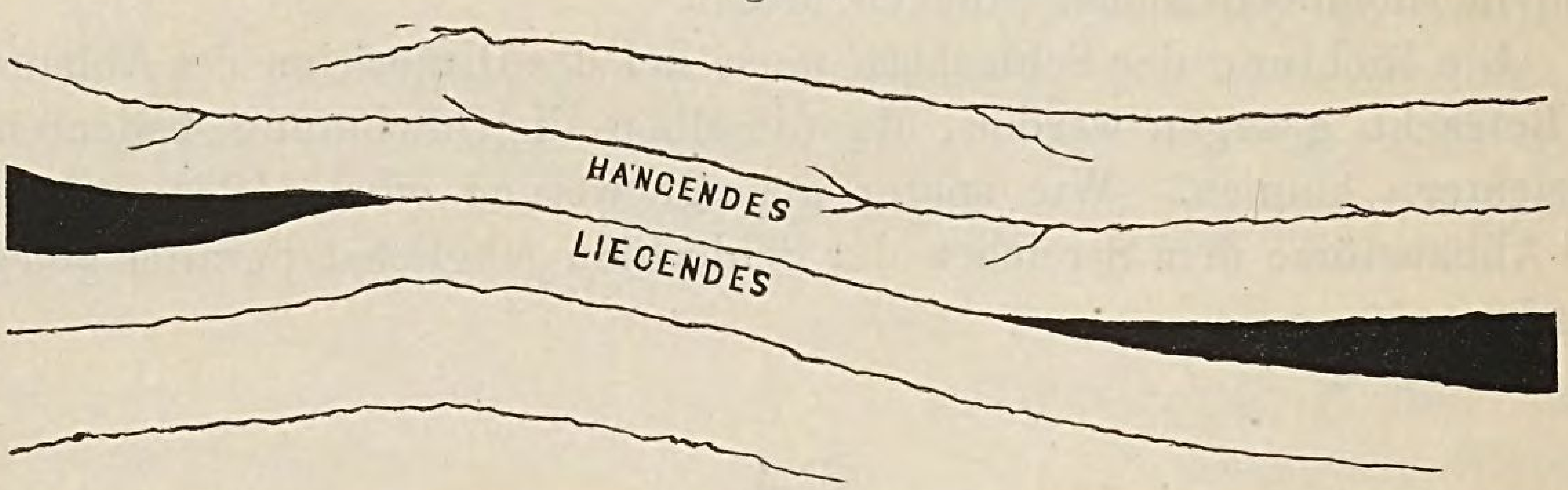
(Fig. 18) und zuweilen legen sich sogar Hangendes und Liegendes unmittelbar auf einander, so dass das Flötz vollständig unterbrochen ist (Fig. 19).

Fig. 18.



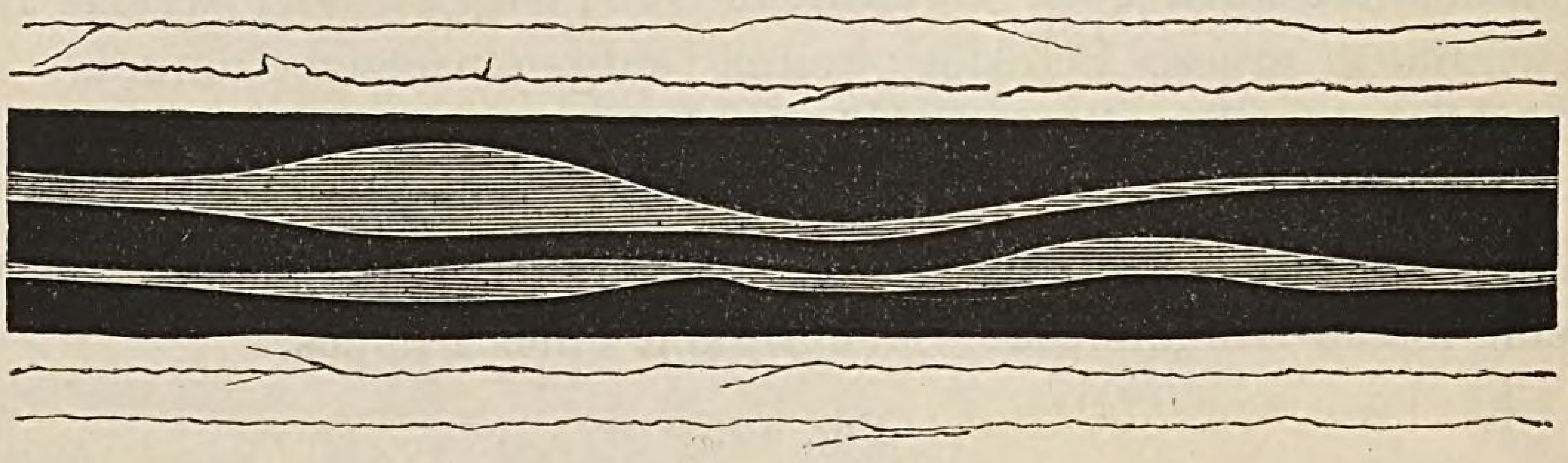
Manchmal ist die Verdrückung nicht durch eine Abnahme der ganzen Flötzmächtigkeit hervorgerufen, sondern nur durch das gänz-

Fig. 19.



liche oder theilweise Zurücktreten der Kohle gegenüber dem eingelagerten Schiefer (Fig. 20).

Fig. 20.

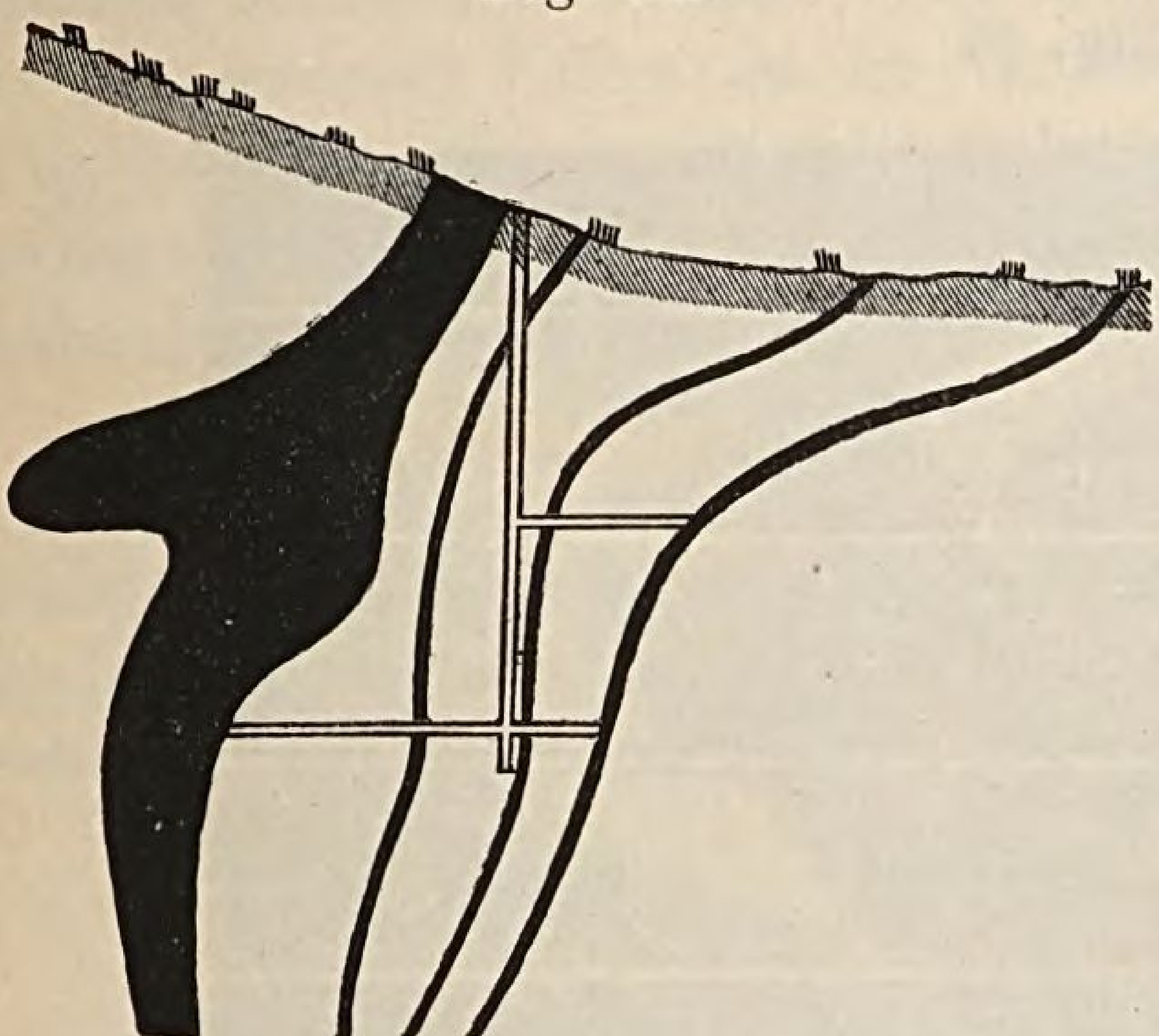


37. Die Grösse der Verdrückungsstellen ist sehr verschieden. Zuweilen sind sie nur einige Meter lang, zuweilen erstrecken sie sich über mehrere hundert Meter.

38. Vor oder hinter einer Verdrückung findet sich fast immer eine Anschwellung des Flötzes. Man muss sich demnach vorstellen, dass die Kohle zu der Zeit, als sie noch nicht erhärtet war, an denjenigen Punkten, wo ein Druck sich äusserte, verdrängt wurde, um sich an anderen Stellen aufzustauen.

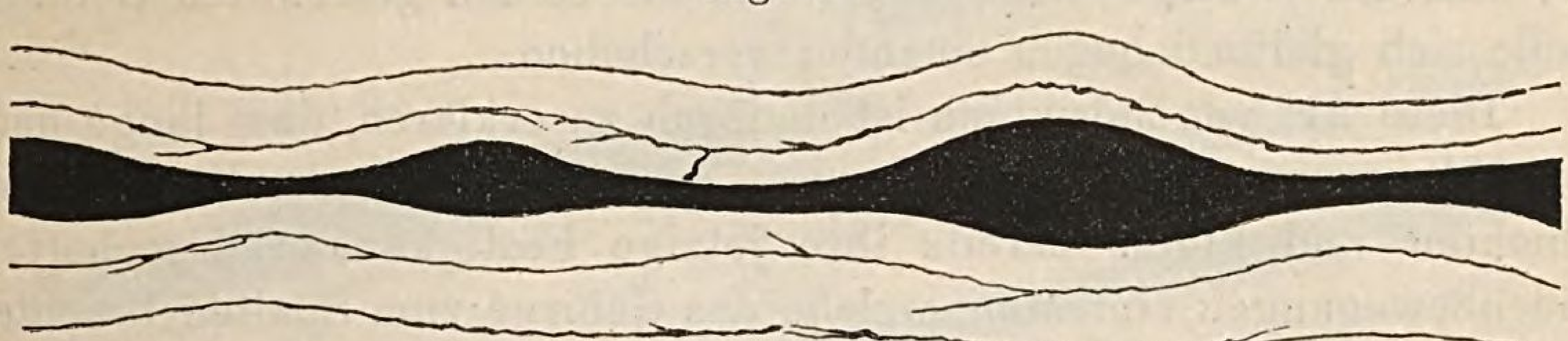
Der in Fig. 21 dargestellte Verticalschnitt durch das stockförmige Kohlenvorkommen, genannt „la grande masse", von Ricamarie bei Saint-Etienne zeigt eins der bemerkenswerthesten Beispiele dieser durch Stauung entstandenen Anschwellungen. An der Erweiterungsstelle steigt die Mächtigkeit des Flötzes, die sonst 12 bis 15 m beträgt, auf 60 m.

Fig. 21.



Zuweilen entsteht eine abwechselnde Reihenfolge von Verdrückungen und Anschwellungen, die sogenannte Rosenkranzlagerung (Fig. 22). Dieselbe ist in einzelnen Gruben bei Charleroi und in einzelnen französischen Kohlenbecken ziemlich häufig. Es ist klar, dass diese Lagerung eine für den Abbau sehr ungünstige ist.

Fig. 22.



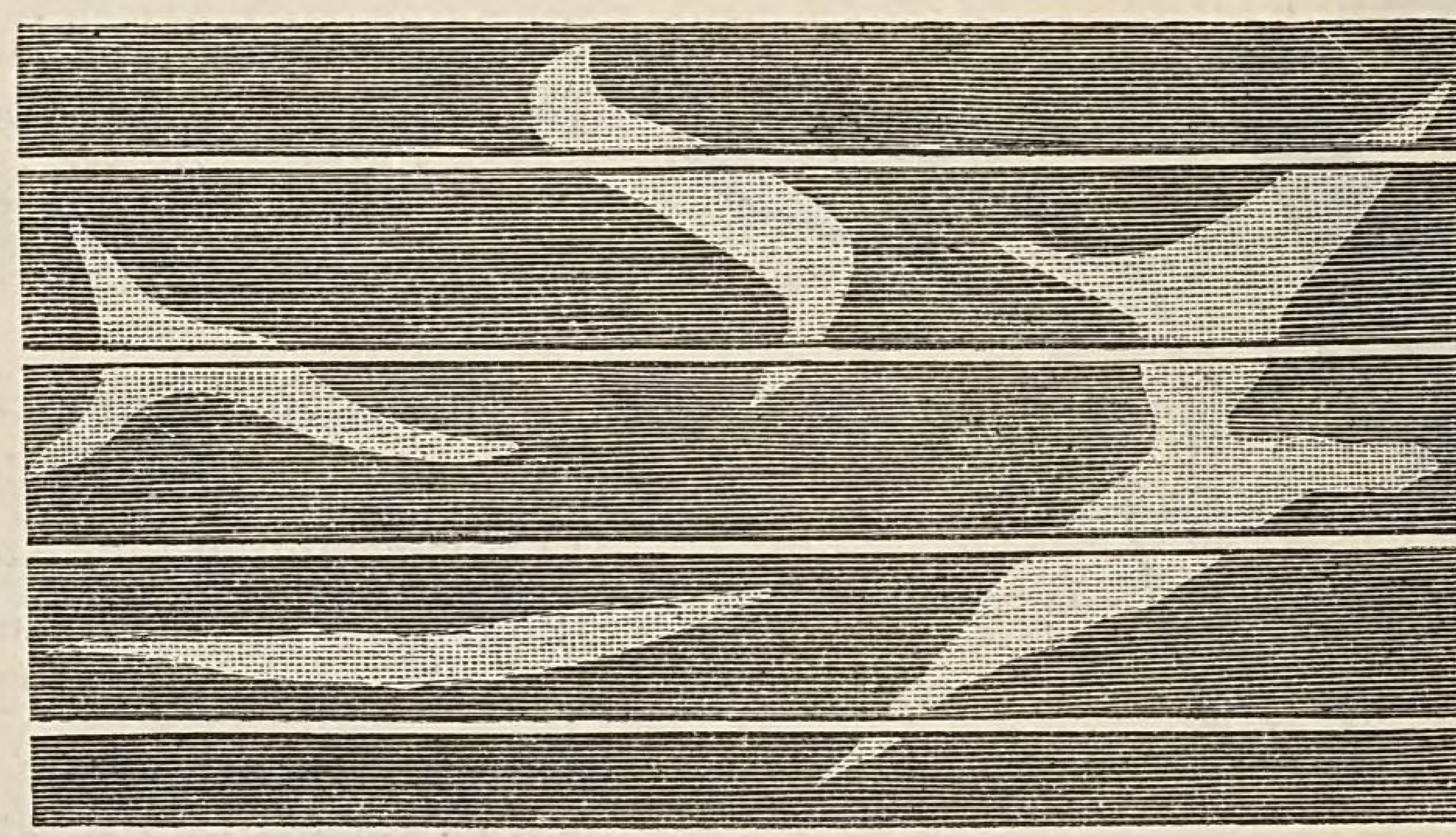
Als bemerkenswerthes Beispiel für die letztere Erscheinung kann das Flötz Mambour bei Charleroi dienen. Dasselbe bildet grosse linsenförmige Körper, welche durch ziemlich grosse Zwischenräume von einander getrennt sind, so dass man beim Verlassen des einen Theiles nicht weiss, nach welcher Richtung hin der folgende zu suchen ist.

39. Das Auftreten der Verdrückungen ist keinem bestimmten Gesetze unterworfen. Eine Verdrückung folgt oft nicht einmal in ein und demselben Flötze einer bestimmten Richtung. Sie verschmälert sich, hört auf, beginnt wieder, gabelt sich u. s. w., wie dies Fig. 23 (a. f. S.), im Grundriss nach der Flötzebene, zur Anschauung bringt. Die helleren Partieen stellen die Verdrückungen vor.

Ebenso zeigen auch die Verdrückungen mehrerer auf einander folgender, selbst sehr nahe zusammen liegender Flötze keine gegenseitige Beziehung. Dies geht so weit, dass neben einem Flötze von äusserst regelmässiger Mächtigkeit andere sich finden können, welche sich durch die Häufigkeit ihrer Verdrückungen auszeichnen. Dieser

Fall ist sogar der gewöhnliche; man kann in ein und demselben Becken gewisse Flötze verfolgen, welche niemals ihre Mächtigkeit ändern, während andere beständig gestört sind.

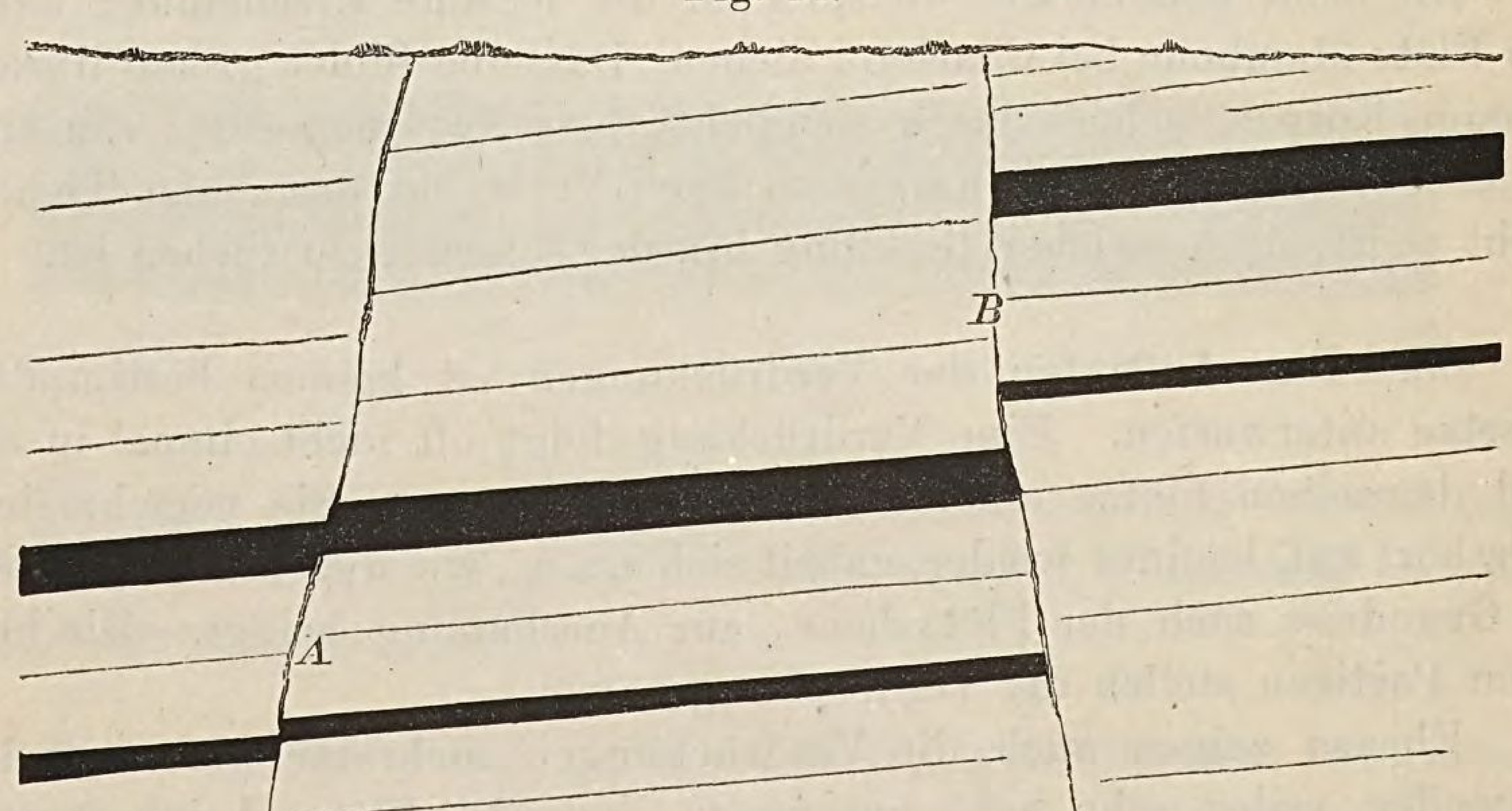
Fig. 23.



40. 2. Sprünge. — Mit dem Namen „Sprung" bezeichnet man eine Verwerfung des Flötzes, welche in der Weise vor sich gegangen ist, dass das Gebirge sich spaltete und die beiden getrennten Gebirgstheile sich gleitend gegen einander verschoben.

Diese Art von Störungen ist dadurch zu erklären, dass lange nach der Ablagerung des Kohlengebirges, zu einer Zeit, als die Gesteinsschichten und Flötze bereits ihre jetzige Festigkeit erlangt hatten, Bodenbewegungen eintraten, welche das Gebirge zum Spalten brachten und die getrennten Theile gegen einander verschoben. Die Trennungs-

Fig. 24.



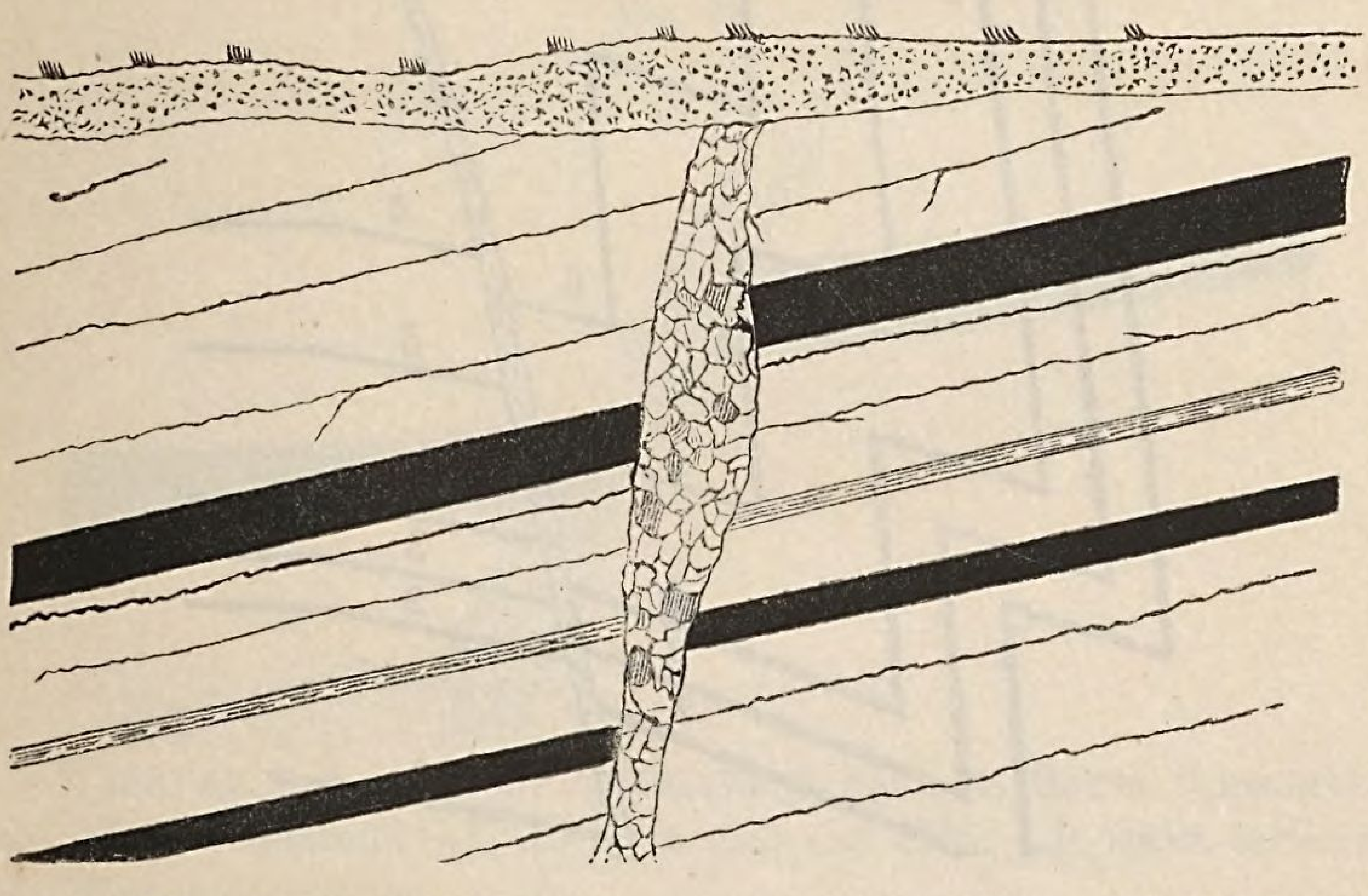
flächen heissen Sprünge und ihre Wirkung ist, wie gesagt, eine Verwerfung der Flötze, d. h. eine Theilung derselben in verschiedene, nicht zusammenhängende Stücke.

Die Grösse der Verschiebung ist wechselnd und erreicht zuweilen nicht einmal die Mächtigkeit des Flötzes (Fig. 24, *A*). In diesem Falle erscheinen die getrennten Flötztheile nicht gänzlich aus einander gerückt, sondern sie stossen noch theilweise an einander.

In anderen Fällen ist die Verwerfung bedeutender („mächtiger") (Fig. 24, *B*). Sie kann mehrere hundert Meter betragen. Beim Anfahren derartiger Verwerfungen stösst man aus dem Flötze gegen das taube Gestein, das Flötz kommt für den Augenblick gänzlich abhanden.

41. Als besondere Art von Sprüngen kann man diejenigen betrachten, bei denen die Seitenwände der Verwerfungskluft einen gewissen Abstand von einander haben, so dass ein Zwischenraum entsteht, der entweder leer oder, was in der Regel der Fall, mit von oben

Fig. 25.



hereingefallenen Gesteinsbrocken ausgefüllt ist (Fig. 25). Derartige Verwerfungsklüfte führen den Grubenbauen häufig bedeutende Wassermengen zu.

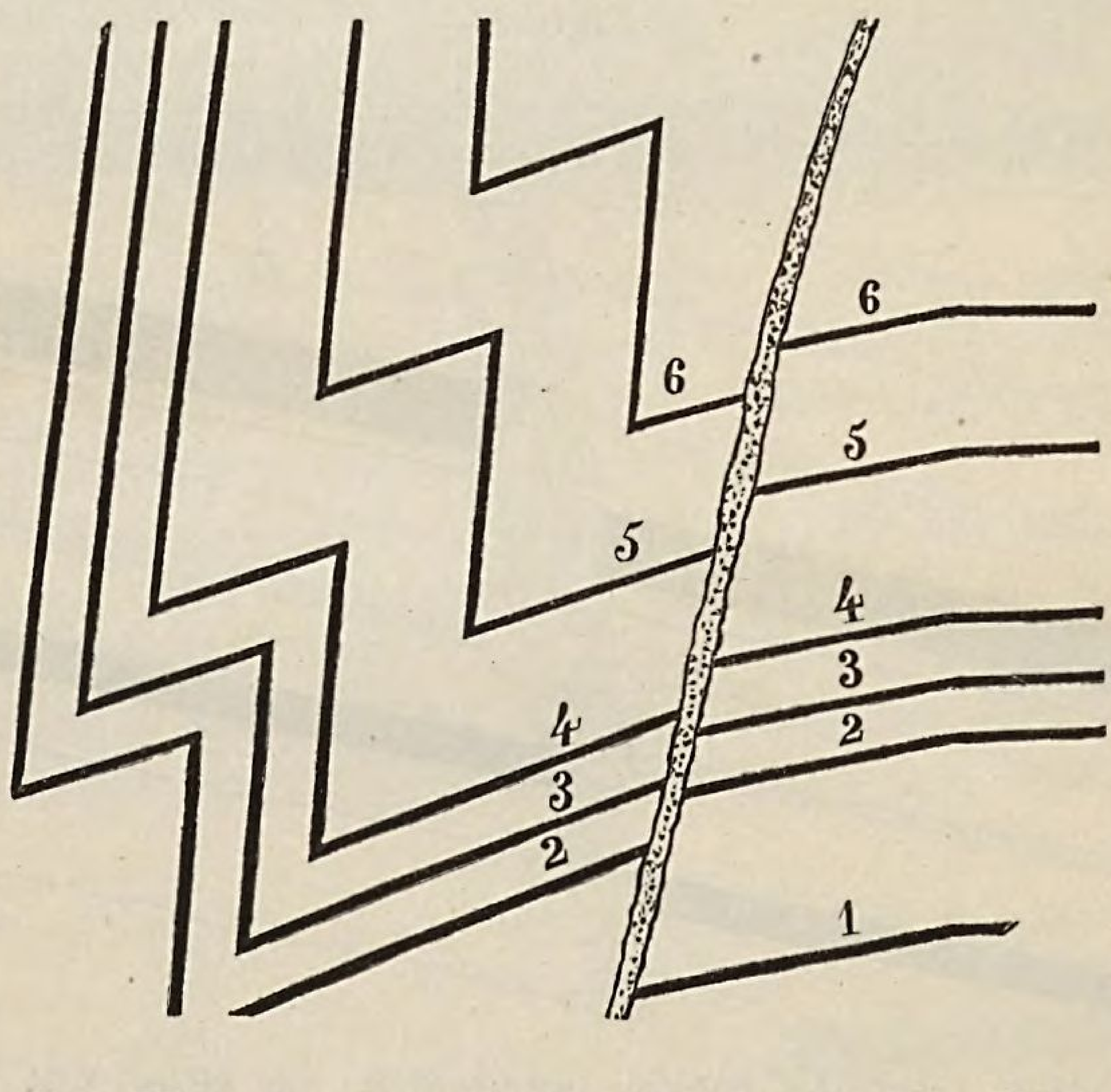
In England bestehen die Verwerfer zuweilen aus Gängen von Eruptivgesteinen, welche in feuerflüssigem Zustande aus dem Erdinnern heraufgekommen sind und den Zwischenraum zwischen den beiden Kluftwänden ausgefüllt haben. Die hohe Temperatur dieser Massen pflegt die umgebenden Gesteine in den sogenannten metamorphischen Zustand versetzt und die Kohle auf eine gewisse Entfernung hin verkokt zu haben.

Zuweilen auch ist der Verwerfer ein wirklicher Erzgang, der das Kohlengebirge durchschneidet, und manchmal endlich, aber sehr viel seltener, besteht die Ausfüllung der Kluft aus Kohle. Ein schönes Beispiel

für die letztere Erscheinung hat sich zu Liévin im französischen Norddepartement gefunden. Eine Verwerfungskluft von mehreren Metern Mächtigkeit war mit compacter Kohle ausgefüllt, welche Gegenstand eines ausgedehnten Abbaues gewesen ist. Dieser Fall ist möglicherweise einzig in seiner Art und es ist bis jetzt kaum gelungen, ihn ausreichend zu erklären. Auch in England findet man hier und da Kohle in den Sprungklüften, aber ihre Textur ist dann breccienartig und man sieht deutlich, dass man es mit Bruchstücken von Flötzen zu thun hat, welche in die Kluft hineingerathen sind.

42. Die Sprünge durchsetzen das Gebirge meist in ziemlich gerader Linie. Die von einem Sprunge hervorgerufene Verwurfshöhe

Fig. 26.



ist oft bei allen Flötzen eines Grubenfeldes dieselbe (Fig. 26). Man kann daher beim Antreffen eines Sprunges in einem Flötze mit grosser Wahrscheinlichkeit folgern, dass derselbe Sprung sich auch bei den Nachbarflötzen an entsprechenden und bestimmbaren Stellen vorfinden wird, besonders wenn der Verwurf einigermaassen bedeutend ist.

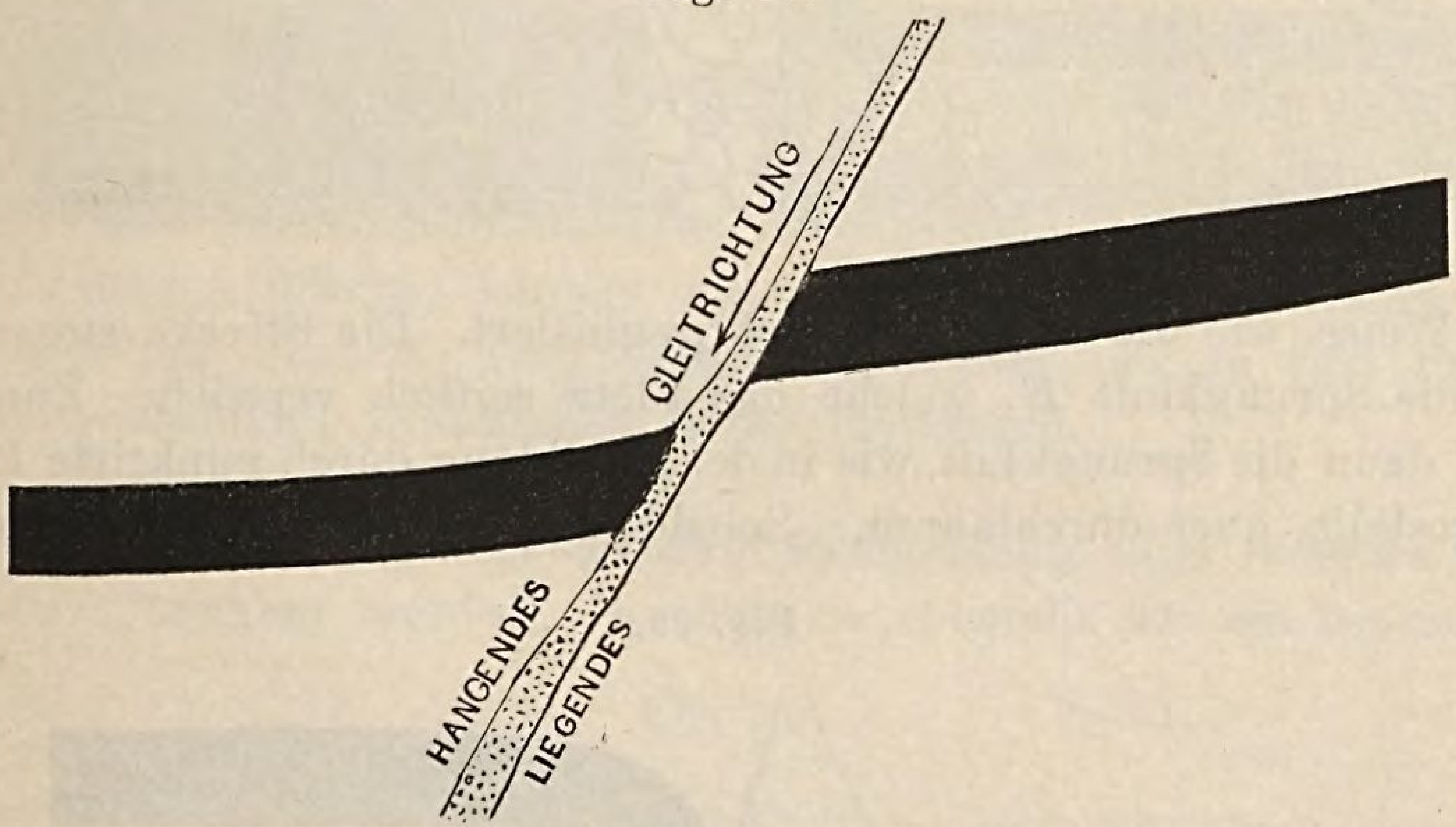
Anders ist es, wie wir gesehen haben, bei den Verdrückungen, die ja einzelnen Flötzen ganz besonders eigen sein können, während benachbarte sich durch grosse Regelmässigkeit in der Stärke und Zusammensetzung auszeichnen. Diese Thatsache beweist, dass die Entstehungsursache der Verdrückungen schon während der Bildung des betreffenden Kohlengebirges gewirkt hat, als das jeweilig jüngste Flötz noch im weichen Zustande war. Während oder kurze Zeit nach der Ablagerung eines Flötzes konnten sich ja in dessen Profil allerdings

Unregelmässigkeiten herausbilden, welche sich bei dem nächstfolgenden, erst viel später und unter anderen Bedingungen zur Ablagerung gelangten Flötze nicht finden.

Im Gegensatz hierzu sind die Faltungen und die Sprünge erst nach Abschluss der ganzen Schichtenbildung und nach Erhärtung des Gebirges entstanden. Die einfache Betrachtung dieser Störungen, welche immer alle Flötze eines Beckens in dem gleichen Sinne treffen, beweist dies ganz unzweifelhaft.

43. Wenn die in einem Flötze zu Felde rückenden Baue auf eine starke Verdrückung oder eine Verwerfung stossen, so kommen sie für kürzere oder längere Zeit zum unfreiwilligen Stillstand. Wenn die Störung in einer Verdrückung besteht, so braucht nur beharrlich dem Hangenden und Liegenden des Flötzes nachgegangen zu werden, bis das Flötz selbst sich wieder aufthut.

Fig. 27.



Wenn es sich um eine Verwerfung handelt, deren Sprunghöhe nicht allzu bedeutend ist, so lässt sich das Flötz mit Hülfe mehrerer Anzeichen wiederfinden

Früher glaubte man eine allgemein gültige Regel in dem sogenannten Schmidt'schen Gesetze zu besitzen. Nach diesem Gesetze sollte — wenn man für die Sprungkluft dieselben Bezeichnungen „Hangendes“ und „Liegendes“ anwendet, wie bei den Flötzen — immer das Hangende der Kluft auf dem Liegenden derselben herabgeglitten sein (Fig. 27).

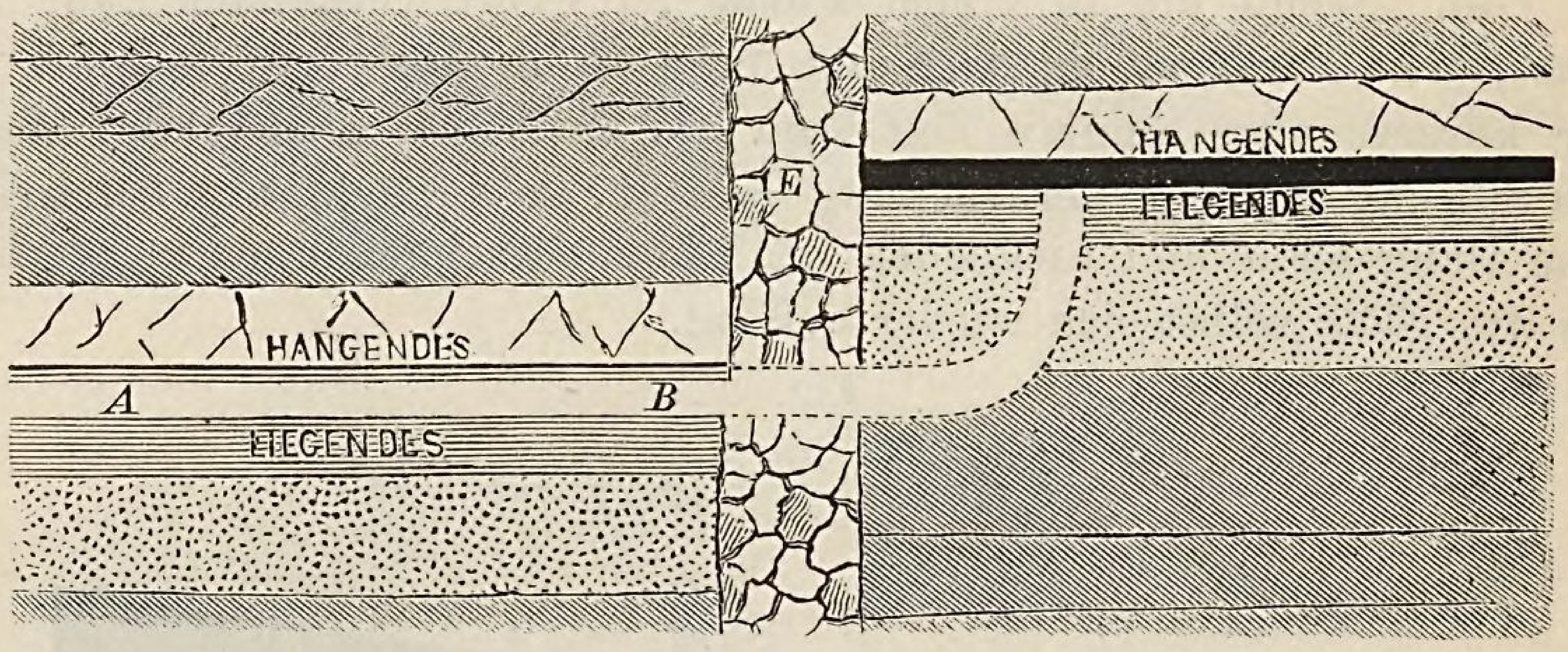
Aber diese Regel ist bei Weitem nicht immer zuverlässig, es kommen zahlreiche Ausnahmen vor und ausserdem lässt sie sich nur bei geneigten Sprungklüften anwenden *).

*) Jene Regel ist für diejenigen Sprünge, welche mehr oder weniger quer zum Gebirgsstreichen durchsetzen, sehr zuverlässig und praktisch von grosser Bedeutung. Für die mehr oder weniger im Streichen des Gebirges liegenden Verwerfungen gilt die Regel meistens gerade umgekehrt. L.

Das beste Anhalten besteht in der Prüfung der Beschaffenheit der hinter der Verwerfung angetroffenen Schichten. Durch deren Betrachtung lässt sich feststellen, ob man sich im Hangenden oder im Liegenden des Flötzes befindet und mithin, nach welcher Seite man sich wenden muss, um es wieder zu erreichen.

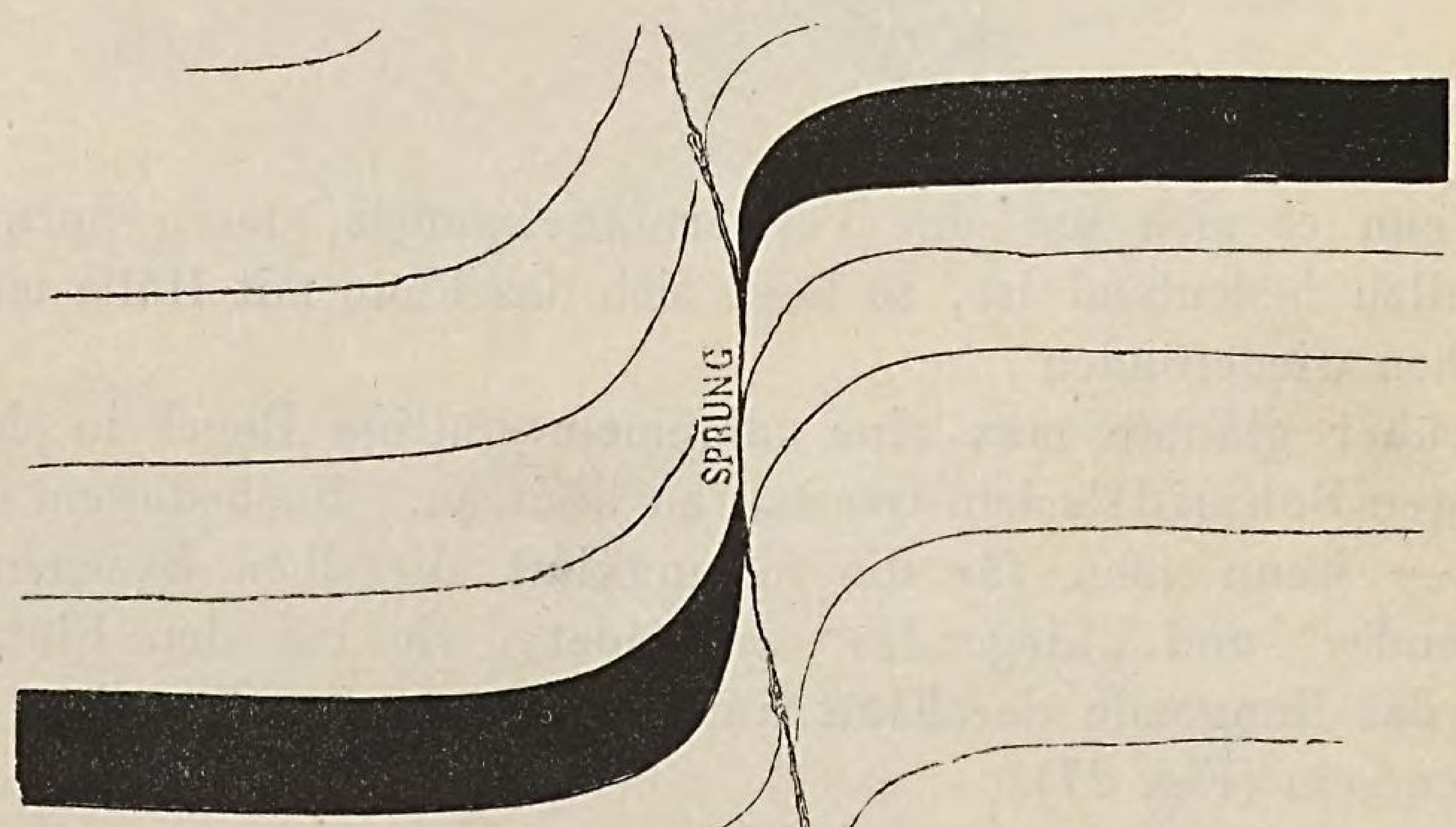
Es sei beispielsweise AB (Fig. 28) der Grundriss einer im Streichen eines Flötzes getriebenen Strecke. Hangendes und Liegendes seien in

Fig. 28.



der Weise, wie die Figur andeutet, gegliedert. Die Strecke stosse nun auf die Sprungkluft E, welche das Flötz seitlich verwirft. Zunächst wird dann die Sprungkluft, wie in der Abbildung durch punktirte Linien dargestellt, quer durchfahren. Sobald jenseits derselben wieder regel-

Fig. 29.



mässig gelagerte Schichten erreicht sind, werden dieselben auf ihre Beschaffenheit geprüft. In dem in Fig. 28 angenommenen Falle gehören diese Schichten dem Liegenden des Flötzes an, woraus hervorgeht, dass die Strecke nach links gewendet werden muss, um das Flötz wieder zu gewinnen.

Manchmal giebt auch das Verhalten des Flötzes an der Sprungkluft Aufschluss über die Richtung, in welcher die Verwerfung stattgefunden hat (Fig. 29). Die an die Sprungkluft anstossenden Theile des Flötzes sind nämlich zuweilen im Sinne der stattgehabten Verschiebung umgebogen, so dass die beiden abgerissenen Enden auf einander hindeuten. Dieser Fall kommt indessen nur als Ausnahme vor, während im Allgemeinen die Flötze an der Kluft glatt abgeschnitten erscheinen.

Wenn der Verwurf bedeutend ist und die Mächtigkeit der die einzelnen Flötze trennenden Zwischenmittel weit übersteigt, so wird eine förmliche Identificirungsarbeit (33) erforderlich, um sich zurecht zu finden, und jedenfalls findet dann der Abbau der getrennten Flötztheile in ganz getrennten Abbaufeldern statt, deren Arbeiten an der Verwerfung stehen bleiben, als wenn sie an die Grenze des Grubenfeldes gekommen wären.

44. Es kommen noch andere Störungen vor, aber die vorstehend betrachteten sind die wichtigsten. Alle besonderen Fälle, wie sie sich in den verschiedenen Kohlendistricten beobachten lassen und oft locale Bezeichnungen führen, können unter die beschriebenen Hauptarten untergeordnet werden. Ihre Aufzählung würde hier zu weit führen und überdies wenig praktischen Nutzen gewähren.

45. Eine häufig vorkommende Erscheinung muss indessen noch besonders erwähnt werden, obgleich sie ebenfalls nur ein besonderer

Fig. 30.

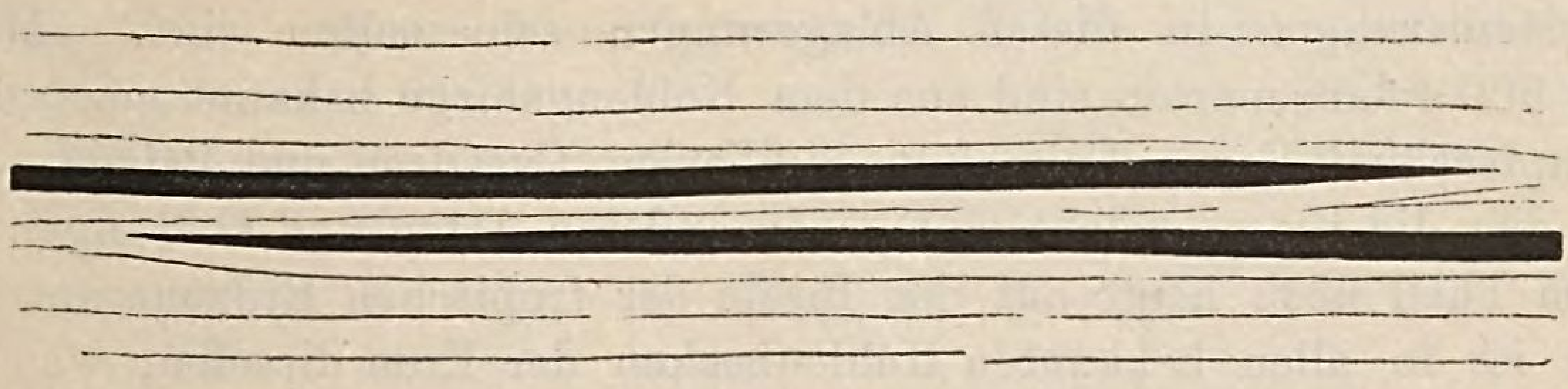
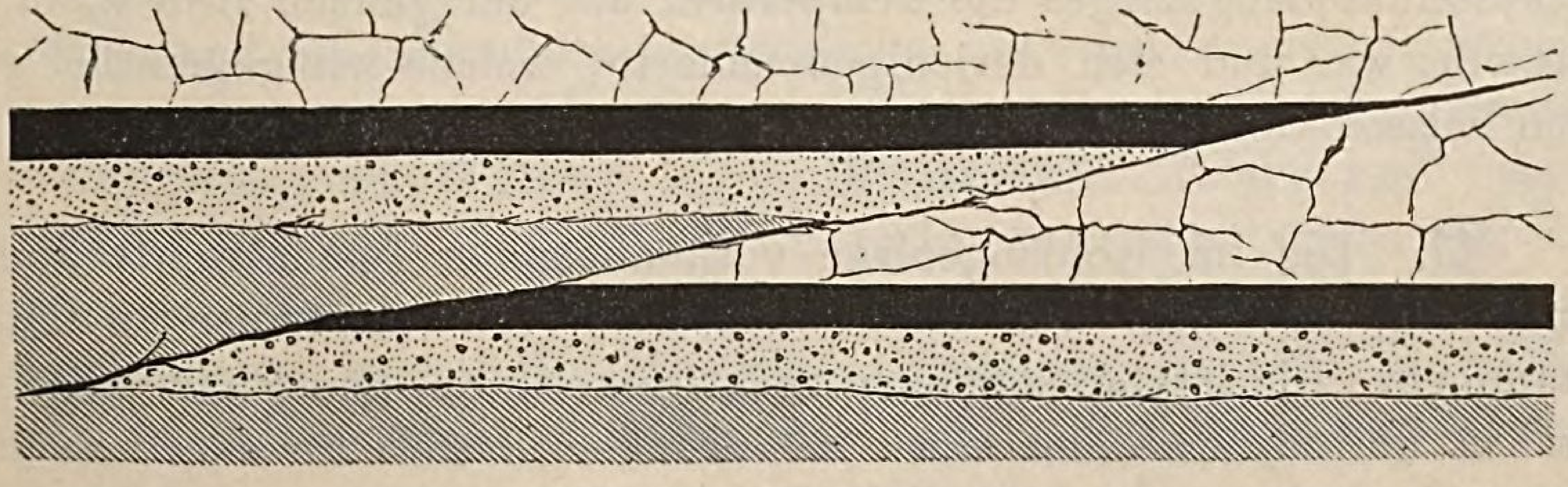
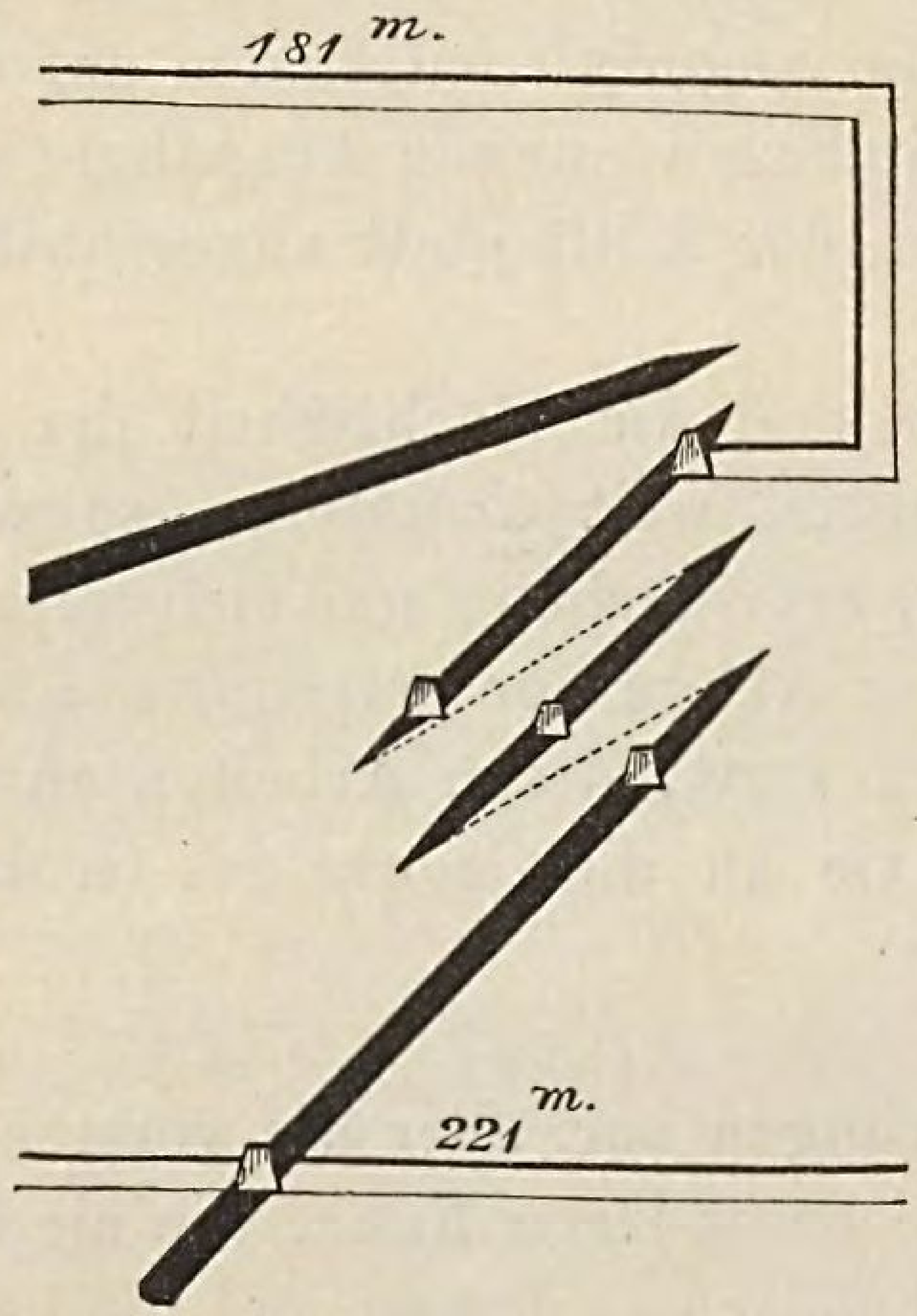


Fig. 31.



Fall der Verwerfung ist. Es ist dies die Ueberschiebung oder das Doppelliegen. Das Flötz liegt hierbei auf eine grössere oder kleinere Strecke doppelt (Fig. 30, a. v. S.).

Fig. 32.



Die Erscheinung erklärt sich dadurch, dass zwischen den beiden Flötztheilen und zwar mehr oder weniger parallel mit denselben ein Gebirgsschnitt verläuft oder — falls ein solcher nicht direct zu beobachten ist — angenommen wird, längs dessen die beiden Theile auf einander hingeglitten sind.

Fig. 31 (a. v. S.) veranschaulicht dies Verhältniss deutlicher.

Fig. 32 endlich zeigt ein Beispiel wiederholter Ueberschiebungen, welches im Becken von Charleroi beobachtet ist.

§. 5.

Pflanzenabdrücke im Kohlengebirge.

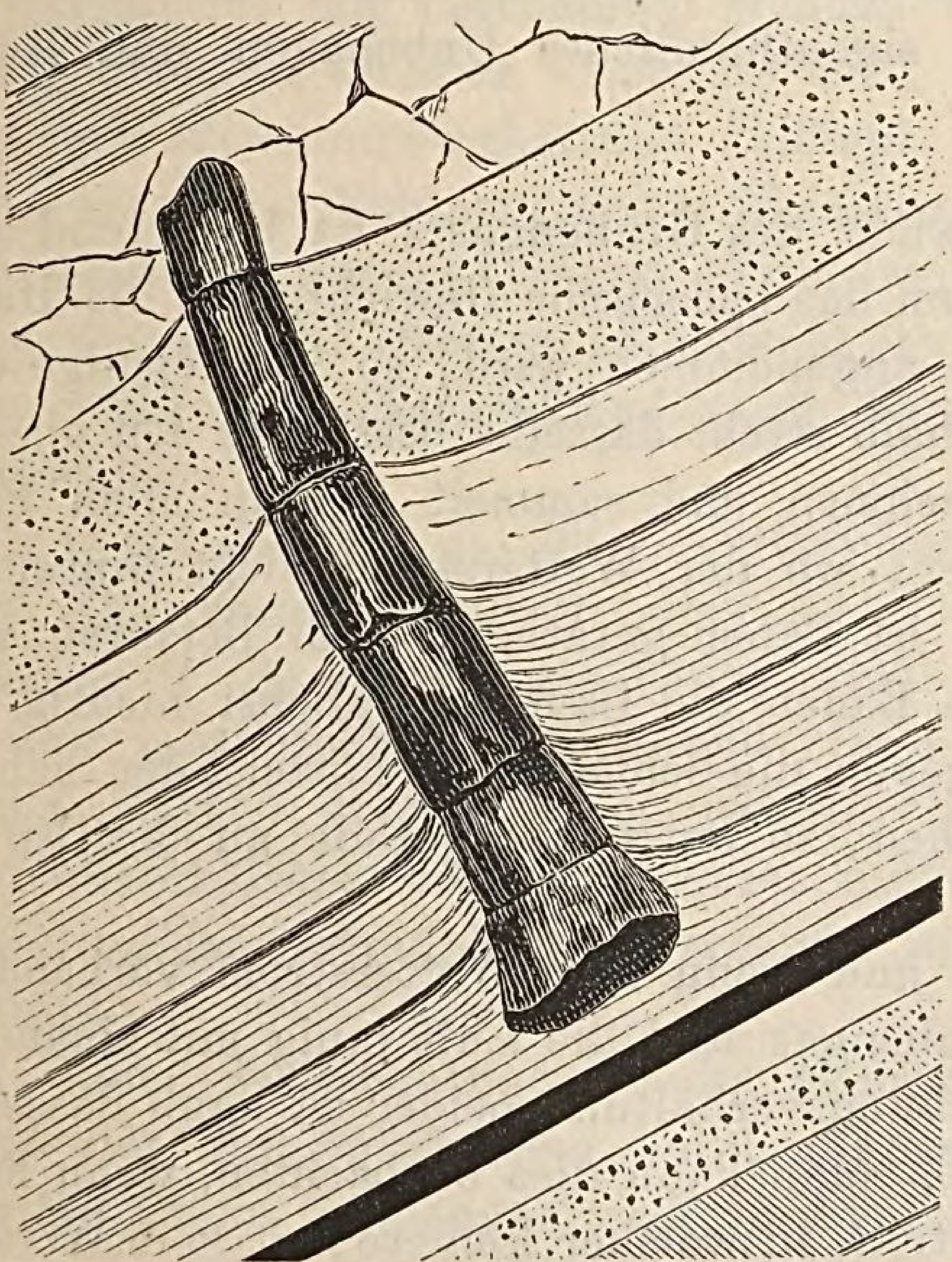
46. Man findet in den Gesteinsschichten des Kohlengebirges zahlreiche und sehr mannigfaltige Pflanzenabdrücke, während Thierversteinerungen in diesen Ablagerungen sehr selten sind. Mehr als 500 Pflanzenarten sind aus dem Kohlengebirge bekannt geworden, hauptsächlich Farne, Calamiten, Sigillarien, Cycadeen und Palmen. Es ist dies die Flora, welche man — in anderen Arten und Gattungen — zum Theil noch heute auf den Inseln der tropischen Erdzone antrifft. Sie ist in allen bekannten Kohlenbecken der Erde dieselbe, welcher geographischen Breite diese Becken auch immer angehören mögen. Aus diesem Umstande ist zu schliessen, dass zur Zeit der Ablagerung des Steinkohlengebirges die Temperatur auf der ganzen Erde ziemlich dieselbe war und sich derjenigen näherte, welche wir gegenwärtig in den heissen Gegenden finden.

47. Die im Kohlengebirge vorkommenden Pflanzenreste haben entweder die Form von Abdrücken oder von versteinerten Baumstämmen. Die letzteren pflegen rechtwinkelig auf den Flötzebenen zu stehen und liefern dann einen schlagenden Beweis für die ursprüngliche Horizontallage der Schichten des Kohlengebirges. In Fig. 33

ist ein derartiges Vorkommen abgebildet. Saint-Etienne in Frankreich ist ein Hauptfundort dieser rechtwinkelig zu den Schichten stehenden Stämme.

48. Die Abdrücke finden sich am schönsten und wohlerhaltensten am und im Hangenden der Flötze, während sie in dem weniger regelmässig abgelagerten Liegenden viel seltener und meist schlecht erhalten sind. Wir haben schon gesehen (12. und 13.), dass dieser Umstand zur Unterscheidung von Hangendem und Liegendem benutzt werden kann.

Fig. 33.



49. Auch sei hier wiederholt, dass die Abdrücke je nach den verschiedenen Flötzen variiren können und dass ein aufmerksames Studium dieser Verhältnisse öfters zur Lösung schwieriger Fragen verhelfen kann, insbesondere wenn es sich um die Bestimmung der Gebirgsschichten hinter einer Verwerfung oder um die Identificirung der Flötze eines Revieres handelt (33).

§. 6.

Die in Kohlengruben auftretenden Gase.

50. 1. Grubengas. — Manche Flötze, und zwar vorzugsweise die Fett- und Gaskohlenflötze, entwickeln, wenn sie bearbeitet werden, grössere oder geringere Mengen eines Gases, das in der Bergmannssprache „schlagende Wetter", in der Wissenschaft „Grubengas" heisst. Dasselbe spielt beim Kohlenbergbau vieler Gegenden wegen der Gefahr, welche es mit sich bringt, wegen der Schwierigkeiten, die es verursacht und wegen der Vorsichtsmaassregeln, welche es nöthig macht, eine sehr wichtige Rolle. Es ruft jene Explosionen hervor, deren Wirkungen fast jedesmal so verderblich sind.

51. Das Grubengas besteht aus Kohlenstoff und Wasserstoff, es ist einer der sogenannten Kohlenwasserstoffe.

52. Das Grubengas ist farblos. Wenn es in grosser Menge vorhanden ist, so lässt es einen schwachen Geruch verspüren, der schwer zu charakterisiren ist, aber von den Bergleuten leicht erkannt wird *).

Es ist irrespirabel, d. h. es kann den Athmungsprocess nicht unterhalten, in unvermischtem Zustande wirkt es erstickend, stark mit Luft gemischt verursacht es ein eigenthümliches Unbehagen und Kopfschmerzen.

53. Das specifische Gewicht des Grubengases ist bedeutend geringer als das der Luft. Wenn das specifische Gewicht, also die Dichtigkeit, der Luft als Einheit angenommen wird, so ist diejenige des Grubengases nur 0,555. Deshalb strebt dasselbe beständig den oberen Theil der Hohlräume einzunehmen und sammelt sich in allen Einbiegungen der Streckenfirsten, wo der Wetterstrom nicht hinreicht, um es hinwegzuführen. Es ist daher gerathen, beim Befahren von mit Schlagwettern behafteten Bauen die Lampe möglichst niedrig zu halten. Beabsichtigt man dagegen, die Schlagwetter mittelst der Sicherheitslampe ausfindig zu machen, so muss man gerade an der Firste suchen.

Mit der Länge der Zeit und wenn kein Wetterstrom vorhanden ist, vermischen sich das Grubengas und die Luft innig mit einander durch Diffusion und das Mischungsverhältniss beider ist dann dasselbe an der First wie an der Sohle. Man kann dies beobachten, wenn man in eine verlassene Strecke eintritt, in welcher längere Zeit kein Wetterwechsel stattgefunden hat.

54. Grubengas wird von keinem anderen Stoffe in bemerkenswerthem Maasse absorbirt. Es lässt sich praktisch nur durch Verdünnung in genügenden Mengen atmosphärischer Luft aus den Grubenbauen entfernen.

55. Das Grubengas ist brennbar, es entzündet sich bei der Berührung mit einer Flamme oder einem weissglühenden Eisen und brennt mit blassbläulicher Flamme. Bei dieser Verbrennung verbinden sich der Wasserstoff und der Kohlenstoff des Grubengases mit dem

*) In der deutschen Fachlitteratur sind die schlagenden Wetter bisher immer als geruchlos bezeichnet worden. Die obige entgegengesetzte Behauptung dürfte vielleicht dadurch veranlasst sein, dass die Flamme der Sicherheitslampe in grubengashaltiger Luft (an der Grenze von Schlagwetteransammlungen) allerdings einen besonderen Geruch giebt, in Folge dessen man von alten Bergleuten wohl sagen hört, dass sie die Schlagwetter riechen. L.

Sauerstoff der Luft und es entsteht Wasserdampf und Kohlensäure. Der Stickstoff der Luft bleibt frei. Nach einer Schlagwetterverbrennung besteht demnach die Atmosphäre in der Grube oder dem betreffenden Theile der Grube hauptsächlich aus Kohlensäure, Wasserdampf und Stickstoff.

Ein rothglühendes Eisen oder die unter dem Gezähe vom Gesteine wegfliegenden Funken entzünden die schlagenden Wetter nicht.

Gemischt mit bestimmten Mengen atmosphärischer Luft erzeugt das Grubengas, wenn es entzündet wird, Explosionen, deren Heftigkeit von dem Mischungsverhältniss abhängt. Die Explosion ist am stärksten, wenn das Volumen des Grubengases ein Achtel bis ein Zwölftel des Gesammtvolumens beträgt. Wird das Antheilverhältniss des Grubengases grösser und grösser, so entsteht ein Gemisch, welches ohne Explosion verbrennt. Nachstehend noch einige Zahlenangaben über diese Verhältnisse:

Wenn das Gas $^1/_{30}$ bis $^1/_{15}$ des Gesammtvolumens bildet, so findet eine Verbrennung nur in dem unmittelbar mit der entzündenden Flamme in Berührung stehenden Theile statt. Diese Flamme verlängert und verbreitert sich und erscheint umgeben von einer blassblauen Hülle, welche um so weniger bemerklich ist, je weiter das Antheilverhältniss des Grubengases unter $^1/_{15}$ sinkt und welche ganz verschwindet, wenn dasselbe weniger als $^1/_{30}$ des Gesammtvolumens beträgt.

Wenn das Grubengas in der Mischung zu $^1/_{14}$ vorhanden ist, so setzt sich die Entzündung durch die ganze Masse fort. Je grösser der Gehalt an Grubengas wird, desto schneller geht die Entzündung vor sich und desto heftiger wird die Explosion, bis endlich bei dem Verhältniss von 1 Vol. Grubengas zu 10 Vol. Luft die Explosion das Maximum der Heftigkeit erreicht.

Bei diesem letzteren Mischungsverhältniss ist nämlich gerade so viel Sauerstoff in dem Gemenge, als erforderlich ist, um den gesammten Kohlenstoff des Grubengases zu Kohlensäure und den gesammten Wasserstoff desselben zu Wasserdampf zu verbrennen, so dass der Process genau durch die chemische Formel ausgedrückt wird:

$$CH_4 + 4\,O = CO_2 + 2\,H_2O.$$

Von diesem Punkte an werden bei zunehmendem Antheilverhältniss des Grubengases die Explosionen wieder schwächer, weil es zu einer vollkommenen Verbrennung an Luft resp. Sauerstoff gebricht. Die Explosion hört ganz auf, wenn das Grubengas $^1/_3$ des Gemenges ausmacht, und es findet dann nur eine einfache Verbrennung statt.

Wenn das Grubengas die Hälfte des Gemenges beträgt, so entzündet sich das letztere noch eben; bei noch grösserem Grubengasgehalt erlischt die hineingebrachte Flamme selbst wegen Mangels an Sauerstoff.

In folgender Tabelle sind diese Thatsachen nochmals zusammengefasst:

Verhältniss des Grubengases zum Gesammtvolumen	Wirkung
Unter $^1/_{30}$	Keine Wirkung.
$^1/_{30}$ bis $^1/_{15}$	Blaue Hülle von wachsender Ausdehnung um die Flamme der Sicherheitslampe.
$^1/_{14}$	Das Gemenge wird entzündlich.
Ueber $^1/_{14}$	Zuerst Entzündung ohne Explosion, dann solche mit immer heftiger werdenden Explosionen.
$^1/_{12}$ bis $^1/_8$	Heftigste Explosion.
$^1/_8$ bis $^1/_3$	Schwächer werdende Explosion.
$^1/_3$ bis $^1/_2$	Einfache Entzündung.
Ueber $^1/_2$	Erlöschen des brennenden Körpers in dem Gemenge.

56. Man hat verschiedene Apparate construirt, um das an einer bestimmten Stelle einer Grube bestehende Mengenverhältniss des Grubengases erkennen und nöthigenfalls die Arbeiter von der Gefahr benachrichtigen zu können. Unter anderen gehört hierher der sogenannte Grubengasindicator von Ansell, welcher auf der Diffusion der Gase durch eine poröse Wand (Endosmose) beruht, sowie der Indicator von Monnier. Keiner dieser Apparate hat indessen bis jetzt in die Praxis Eingang gefunden.

Einer der neuesten und dabei der genaueste ist der Indicator von Coquillon. Derselbe beruht auf der langsamen Verbrennung des in einer Wetterprobe enthaltenen Grubengases durch einen rothglühenden Palladiumdraht. Das Glühen des letzteren wird durch einen hindurchgeleiteten elektrischen Strom hervorgerufen. Die sich bildende Kohlensäure wird durch Aetzkali absorbirt. Die nach dem Versuch sich ergebende Volumverminderung giebt das Antheilverhältniss des Grubengases an. Dieser Apparat gestattet, rasch und genau die Beschaffenheit der Wetter an einer bestimmten Stelle der Grube zu ermitteln und auf diese Weise interessante Untersuchungen über die Wetterführung anzustellen.

In dieser Beziehung ist der Apparat gewiss sehr nützlich, doch wird wohl kaum einer der bis jetzt erfundenen Wetterindicatoren in der täglichen Praxis Anwendung finden. Die Flamme der Sicherheitslampe ist noch immer der beste Anzeiger für das Vorhandensein und

das Mengenverhältniss des Grubengases in der Grubenluft *). Die Flamme verlängert sich und wird bläulich, wenn das Gemisch nur brennbar, sie wird weisslich, wenn es explosibel ist.

Wenn das Verhältniss des Grubengases gering ist, muss man die Flamme der Lampe durch Herabziehen des Dochtes verkleinern, um die blaue Hülle (Aureole) besser unterscheiden zu können. Auch muss man die Lampe in die Auskesselungen der Firste halten, wenn man nach Schlagwettern spüren will.

Wenn die Menge des Grubengases bedeutender ist, so füllt sich die Lampe mit Flamme oder sie erlischt wegen Mangels an Sauerstoff.

57. Die Entwickelung des Grubengases ist von sehr verschiedener Stärke. Im Allgemeinen ist sie am stärksten bei den Flötzen von bituminöser (Fett-, Flamm- oder Gas-) Kohle. Häufig, wie z. B. durchweg in Belgien, zeigt sich die Entwickelung lebhafter, wo gestörte Lagerungsverhältnisse vorliegen, besonders in der Nähe der Störungen und an den Umbiegungsstellen der Flötze. Anderwärts kommen dagegen Fälle vor, wo die Sprungklüfte gerade ein vermindertes Auftreten des Grubengases zu bedingen scheinen.

Die mageren Kohlen führen selten schlagende Wetter. Diese Regel erleidet jedoch einige Ausnahmen, wie es auch andererseits Fettkohlenflötze giebt, welche gar kein Grubengas entwickeln. Beispielsweise stehen im belgischen Bassin du Centre Fettkohlenflötze im Bau, welche keine schlagenden Wetter führen, bei Charleroi dagegen Magerkohlenflötze, welche sehr reich an solchen sind.

58. Die Entwickelung des Grubengases erfolgt auf dreierlei Weise. Es entbindet sich entweder gleichmässig aus allen Poren der Kohle, oder es tritt in Form von „Bläsern" aus Spalten hervor oder endlich, es bricht plötzlich in Massen aus den Arbeitsstössen herein.

Der erste Fall ist der gewöhnlichste, aber die beiden anderen, glücklicherweise selteneren, sind bei Weitem die gefährlichsten.

Unter gewöhnlichen Umständen ist das Grubengas innig mit der Kohle gemengt, indem es alle Poren derselben füllt. In dem Maasse, wie der Abbau vorschreitet, tritt es aus den Poren der Kohle hervor und erzeugt dabei ein eigenthümliches Geräusch **), welches dem

*) Inzwischen ist als ein sehr brauchbarer Wetterindicator die Pieler'sche Spiritussicherheitslampe bekannt geworden. Diese Lampe giebt schon bei sehr geringen, mit der gewöhnlichen Sicherheitslampe gar nicht oder nur undeutlich nachzuweisenden Grubengasgehalten der Luft sehr deutliche Erscheinungen, nach welchen das Mischungsverhältniss mit einer für die Praxis vollkommen ausreichenden Genauigkeit bestimmt werden kann. L.

**) Das sogenannte „Krebsen". L.

Geräusche des niederfallenden Regens ähnelt. Diese Erscheinung erklärt sich durch den oft beträchtlichen Druck, unter welchem das Gas sich in den Poren der Kohle eingeschlossen findet. Man kann diese Spannung constatiren, indem man ein Stück frischer Kohle in Wasser taucht. Durch Aufsammlung des sich daraus entbindenden Gases lässt sich das Volumen desselben und sein Verhältniss zu demjenigen des Kohlenstücks ermitteln und eine Vorstellung von der Spannung, welche das Gas in der Kohle gehabt haben muss, gewinnen.

Zuweilen auch kommen in den Kohlenflötzen mehr oder weniger bedeutende Hohlräume vor und zwar besonders in den gestörten Partien derselben, in den Falten, Knickungen u. s. w. Diese Höhlungen pflegen mit hochgespanntem Grubengas gefüllt zu sein.

Wenn das Gebirge in der Umgebung des Hohlraumes oder der Gasquelle zerklüftet ist, so entweicht das aufgespeicherte Grubengas mehr oder weniger heftig in dem Maasse, wie die Klüfte blossgelegt werden, es entstehen dann die oben schon erwähnten „Bläser". Die Gasausströmung aus einem solchen Bläser hält verschieden lange an, je nach der Menge des dahinter angesammelten Gases. Unter Umständen kann sie mehrere Monate, ja selbst mehrere Jahre hindurch anhalten, wie z. B. dann, wenn die Kluft mit einem Hauptsprung in Verbindung steht, welcher auf eine grössere Länge eine Anzahl gasführender Flötze durchschneidet.

Es kann nun aber auch der Fall eintreten, dass das die Höhlung einschliessende Flötz compact ist und dem comprimirten Gase keinen Ausweg gewährt. Je näher nun der Grubenbau heranrückt, desto schwächer wird die trennende Wand und es tritt schliesslich ein Moment ein, wo dieselbe dem Druck des Gases keinen hinreichenden Widerstand mehr leistet. Letzteres bricht dann plötzlich und mit grösster Vehemenz heraus, wirft den Kohlenstoss vor sich her und verwandelt denselben in eine Staubmasse, welche sich mit dem Gase zugleich in den Grubenbauen verbreitet. Die Menge des auf diese Weise plötzlich auftretenden Grubengases ist manchmal so gross, dass es alsbald die ganze Grube anfüllt und den einziehenden Wetterstrom bis zur Tagesoberfläche zurückdrängt.

Ein derartiges Ereigniss war die Ursache der Schlagwetterentzündung, welche am 3. Januar 1865 auf der Kohlengrube Midi de Dour (Provinz Hainaut in Belgien) wüthete. Der Hergang dieses Unglücks, welcher als ein typisches Beispiel der in Rede stehenden Vorkommnisse hier geschildert zu werden verdient, war folgender.

Die Gaseruption fand in der Teufe von 468 m in einem stehenden Flügel des Flötzes Six-paulmes mit solcher Heftigkeit statt, dass die beiden vor dem Kohlenstosse befindlichen Arbeiter zurückgeworfen und auf den Schacht zu mitgerissen wurden, inmitten eines Staubstromes, welcher auch in die seitlich gelegenen Räume eindrang und

mit grosser Schnelligkeit den Förderschacht hinauf bis zu Tage emporstieg. Dieser Staub war unmittelbar gefolgt von einer beträchtlichen Masse zerbrochener und wie durchgesiebter Kohle, welche die Strecke auf eine Länge von fast 30 m zuschüttete. Die Messung dieser zerriebenen Masse ergab ein Volumen von 175 cbm. Der Hohlraum, welcher sich auf diese Weise geleert und vergrössert hatte, zeigte eine unregelmässige Form und eine Grösse von anscheinend über 100 cbm. Das Gas, welches durch den Förderschacht hinaufströmte, entzündete sich an der Hängebank an den Feuerherden und führte so die Explosion herbei*).

59. Die verschiedenen vorbeschriebenen Erscheinungen erklären sich dadurch, dass das Grubengas in beträchtlicher Dichtigkeit die Poren der Kohle erfüllt. Der belgische Bergingenieur Arnould hat eingehende Studien über diesen Gegenstand angestellt, und zwar besonders über alle Fälle von plötzlichen Gaseruptionen, welche in der belgischen Provinz Hainaut vorgekommen sind. Er kommt zu dem Schlusse, dass das Grubengas an solchen Stellen, wo irgend welche Umstände es vom Momente seiner Bildung an verhinderten, durch die einschliessenden Gebirgsschichten zu entweichen, sich in den Poren der Kohlen bis zum flüssigen oder selbst bis zum festen Aggregatzustande verdichten konnte. Wenn man diese, mit den physikalischen Gesetzen übereinstimmende Hypothese annimmt, so ergiebt sich eine ganz natürliche Erklärung für die Erscheinungen, welche die plötzlichen Gaseruptionen begleiten, insbesondere für die Entstehung jener enormen Mengen pulverisirter Kohle.

Es ist auch die Ansicht ausgesprochen worden, dass die Entwickelung des Grubengases in einer gewissen Beziehung zu dem Vorkommen einer eigenthümlichen Substanz stehe, welche unter dem Namen „mineralische Holzkohle“ (auch Faser- oder Russkohle genannt) bekannt ist. Es sind dies mattschwarze, äusserst zerreibliche, abfärbende und vollständig wie Holz- oder Pulverkohle aussehende Partien in der Steinkohle. Die Zusammensetzung dieser Substanz nähert sich derjenigen der Magerkohlen, d. h. der Gehalt an Kohlenstoff ist hoch (90 bis 92 Proc.), der an flüchtigen Bestandtheilen gering. Ihre ausserordentlich poröse Beschaffenheit gestattet die Annahme, dass grosse Mengen von Grubengas sich in dieser Kohle condensiren können. Eine Analyse des von einer Grubengaseruption herrührenden Kohlenstaubes hat dieselbe Zusammensetzung ergeben, wie sie die mineralische Holzkohle besitzt. Die nähere Aufklärung dieser Verhältnisse würde sehr interessant sein.

*) Details über dieses Ereigniss, sowie andere Beispiele von Gaseruptionen finden sich in den Annales des travaux publics, Bd. XXIII, S. 15 ff.

60. Es wurde gesagt, dass das Grubengas unter gewöhnlichen Umständen sich innig mit der Kohle gemengt findet, indem es die Poren derselben ausfüllt. In diesem Zustande beeinflusst es die Cohäsion der Kohle und macht dieselbe zerreiblich. Eben deshalb liefern die sehr grubengasreichen Fettkohlenflötze im Allgemeinen fast nur Gries. Zuweilen geht jene Wirkung so weit, dass der Abbau dadurch gefährlich wird, was besonders auf den stehenden Flügeln vorkommen kann. Dieser Uebelstand lässt sich vermindern, indem man den hereinzugewinnenden Kohlenstoss vorher durch Bohrlöcher entgast. Durch dieses Abzapfen der Schlagwetter wird das Flötz compacter und liefert grössere Stücke.

Dieser Einfluss der Entgasung gewinnt an Bedeutung, wenn zwei gasführende Flötze nahe bei einander liegen. Wenn in diesem Falle beide Flötze gleichzeitig abgebaut werden, so ist das Hereingewinnen bei beiden gleich leicht, weil in beiden der Druck des Grubengases gleichmässig zu Hülfe kommt. Nimmt man die beiden Flötze dagegen nach einander in Angriff, so hat das in dem zweiten Flötze enthaltene Grubengas Zeit, durch die Klüftungen des Gebirges zu entweichen, und die Kohle desselben wird härter. Je nachdem man also mehr Werth auf niedrige Gewinnungskosten oder auf grösseren Stückkohlenfall legt, wird man die eine oder die andere Methode vorziehen.

61. In Gegenden, wo die schlagenden Wetter eine ganz besonders hervorragende Rolle spielen, wie in Belgien, findet man bei den Bergleuten die Ueberzeugung von einer noch weiter gehenden, allerdings sehr schwer zu erklärenden Wirkung jenes Gases eingewurzelt. Die Erfahrung soll nämlich gelehrt haben, dass das Fehlen eines reinigenden Wetterzuges, folglich die Stagnation der schlagenden Wetter an einem Arbeitspunkte das Hereingewinnen des Flötzes bedeutend erleichtert. Diese Ueberzeugung steht beispielsweise bei den belgischen Kohlenarbeitern so fest, dass sie oft unter Vereitelung aller Vorsichtsmaassregeln und sogar bei Gefahr des Erstickens den Wetterzug von ihrem Arbeitspunkte abzuhalten suchen. Diese Theorie wird daher so lange im Auge zu behalten sein, bis ihr wirklicher Werth erkannt oder eine annehmbare Erklärung derselben gefunden sein wird.

62. Es ist schwer, sich eine Vorstellung davon zu machen, mit welcher Heftigkeit das Grubengas hervortreten kann, wenn man es nicht selbst gesehen hat. So findet man z. B. auf manchen Fettkohlenflötzen in Belgien nicht selten am Morgen den Kohlenstoss um mehrere Meter hervorgeschoben, lediglich durch den Druck der im Flötze aufgehäuften Schlagwetter.

63. Das Auftreten des Grubengases wird beeinflusst durch den Barometerstand. Wenn der Druck der Atmosphäre abnimmt, so zeigt

sich das Grubengas in grösserer Menge; das Umgekehrte tritt ein, wenn der Atmosphärendruck steigt. Bei stürmischem Wetter findet somit eine Zunahme der Schlagwetter statt.

Diese Wirkung ist besonders in England fühlbar, weil dort grössere Hohlräume beim Abbau zurückgelassen werden. Diese Hohlräume füllen sich mit schlagenden Wettern und diese treten in die betriebenen Baue, wenn der Atmosphärendruck sich vermindert. Daher legen auch die englischen Bergbautreibenden der Beobachtung des Barometers eine grosse Wichtigkeit bei und lassen dieselbe mehrmals täglich durch das Aufsichtspersonal der Grube vornehmen.

Auch die Temperatur hat einigen Einfluss auf das Auftreten der schlagenden Wetter; dasselbe ist im Allgemeinen stärker in der warmen als in der kalten Jahreszeit.

64. 2. Kohlensäure. — Die Kohle unterliegt an der Luft einer langsamen Verbrennung, deren Resultat die Bildung einer gewissen Menge von Kohlensäure ist. Diese langsame Verbrennung erwärmt zu gleicher Zeit die Kohle, so dass sie sich schliesslich entzünden kann. Dies ereignet sich z. B. bei den Kohlenanhäufungen in den Magazinen und auf den Halden der Gruben. Im Inneren der Gruben entstehen auf dieselbe Weise Brände im Versatze (im „alten Mann"). Die in den abgebauten Räumen zurückgelassenen „Berge" enthalten nämlich stets feinvertheilte Kohle, welche sich mit der Zeit zersetzt und dadurch erhitzt. Die entstehende Kohlensäure verbreitet sich dann in den Grubenbauen.

Die langsame Verbrennung und die damit verbundene Erhitzung kommen besonders bei der schwefelkieshaltigen Kohle vor. Vorhandene Feuchtigkeit unterstützt ebenfalls den Process.

65. Fernere Entstehungsursachen der Kohlensäure in den Gruben sind das Brennen der Lampen und der Athmungsprocess der Arbeiter.

66. Alle die aufgeführten Ursachen erzeugen indessen nur verhältnissmässig geringe Mengen des in Rede stehenden Gases und ein mässiger Wetterwechsel genügt, um dasselbe in dem Maasse, wie es sich bildet, zu entfernen. Es macht sich daher in den Gruben unter gewöhnlichen Umständen nur da bemerkbar, wo der Wetterwechsel stockt. An solchen Punkten kann es sich aber mit der Zeit zu recht bedeutenden Mengen ansammeln.

Die Kohlensäure ist überhaupt in den Wettern derjenigen Gruben zu Hause, welche mangelhaft ventilirt sind, sie erzeugt darin in Verbindung mit entsprechendem Mangel an Sauerstoff die sogenannten „matten Wetter". Dieser Zustand ist natürlich ein durchaus ungehöriger.

67. In viel lebhafterer Weise entsteht die Kohlensäure bei den Entzündungen schlagender Wetter. Bei diesen Gelegenheiten verbindet sich der Kohlenstoff des Grubengases mit dem Sauerstoff der Luft und bildet Mengen von Kohlensäure, welche die Baue förmlich erfüllen und oft grosse Unglücksfälle herbeiführen. Die nach einer Schlagwetterexplosion stark mit Kohlensäure geschwängerte Luft nennt man „Nachschwaden".

68. Die Kohlensäure ist farb- und geruchlos. Ihr specifisches Gewicht ist bedeutend höher als das der Luft, nämlich 1,524. In Folge dessen sucht sie, im Gegensatz zum Grubengase, immer die unteren Partien der Räume auf und findet sich somit am leichtesten an der Sohle der Strecken und im Tiefsten der Schächte.

Die Kohlensäure ist nicht brennbar, sie bringt vielmehr brennende Körper zum Erlöschen. In bestimmtem Verhältniss mit Luft gemischt wirkt sie unmittelbar erstickend, sie ist daher sehr gefährlich. Die einzige und unentbehrliche Vorsichtsmaassregel beim Eindringen in Räume, in welchen Kohlensäure zu vermuthen ist, besteht darin, dass man vorher ein brennendes Licht hineinbringt. Wenn das Licht fortbrennt, so kann der Raum betreten werden, wenn es erlischt, so ist sichere Gefahr des Erstickens vorhanden. In diesem Falle muss die Kohlensäure zunächst durch einen starken Luftstrom entfernt werden.

Wenn der kohlensäureerfüllte Raum ein Schacht ist, so kann das alsbaldige Eindringen oft durch Hineinschütten von Wasser ermöglicht werden, indem durch letzteres ein Luftstrom mit hinabgerissen und so die unten befindliche Kohlensäure verdrängt wird. Ein anderes Mittel besteht darin, dass Strohbündel an Stricken in den Schacht hinabgelassen und in demselben auf und ab bewegt werden, so dass die Kohlensäure aufgerührt und mit der darüber stehenden Luft vermischt wird. Diese Mittel können, so unvollkommen sie sind, gute Dienste leisten, z. B. wenn es sich darum handelt, verunglückte Arbeiter aus dem Schachte heraufzuholen und vor dem Erstickungstode zu retten. Unter ganz besonderen Umständen könnte man auch versuchen, die Kohlensäure durch Kalk zu absorbiren. Wenn diese Maassregeln — die natürlich grosse Eile erfordern — sich als unzureichend erweisen, so bleibt nur übrig, eine Wetterführung nach solchen Methoden einzurichten, wie sie im Capitel über die Wetterführung beschrieben werden sollen.

69. 3. Stickstoff. — Der Stickstoff ist einer der Hauptbestandtheile der atmosphärischen Luft, welche dem Volumen nach aus

21 Theilen Sauerstoff und
79 „ Stickstoff

besteht.

Unter gewöhnlichen Umständen findet sich der Stickstoff in den Gruben nicht in isolirtem Zustande, sondern nur mit Sauerstoff zu Luft gemischt. Ohne diesen tritt er jedoch in grosser Menge nach einer Entzündung schlagender Wetter auf.

Wir haben gesehen, dass bei einer solchen Entzündung der Kohlenstoff des Grubengases sich mit einem Theile des Sauerstoffs der Luft zu Kohlensäure und der Wasserstoff sich mit dem anderen Theile zu Wassergas verbindet, so dass der Stickstoff frei bleibt. Nach einer Entzündung schlagender Wetter besteht somit das Gemenge aus Kohlensäure, Wasserdampf und Stickstoff. Das explosibelste Schlagwettergemisch liefert bei der Verbrennung:

2 Theile Wassergas,
1 Theil Kohlensäure,
8 Theile Stickstoff.

70. Der Stickstoff ist ein farb- und geruchloses Gas, welches den Verbrennungs- und den Athmungsprocess nicht unterhält. Seine Dichtigkeit (specifisches Gewicht) ist 0,976, also ungefähr gleich dem der Luft.

71. Aus Vorstehendem geht hervor, dass nach einer Entzündung schlagender Wetter die Grube oder der betroffene Theil derselben mit irrespirablen, also erstickenden, Gasen erfüllt ist. Es kommt daher fast immer vor, dass Arbeiter, welche zwar nicht unmittelbar von der Explosion betroffen wurden, aber sich in dem Bereiche der Verbrennungsproducte befinden, dem Erstickungstode anheimfallen. Hieraus folgt, dass alle Mittel bereit gehalten werden müssen, um nach einer Wetterexplosion in die betroffenen Baue eindringen zu können. In dem Kapitel über Wetterführung wird sich Gelegenheit finden, diese Mittel kennen zu lernen.

72. 4. Kohlenoxydgas. — Dieses höchst gefährliche Gas kann ebenfalls nach einer Entzündung schlagender Wetter in der Grube auftreten. Es ist oben gesagt, dass die Verbrennungsproducte der Schlagwetter Kohlensäure und Wasserdampf seien. Dies gilt jedoch nur für den Fall, dass die Verbrennung eine vollkommene ist und bei einem Ueberschuss von Luft stattfindet. Es kann nun aber vorkommen, dass das Verhältniss des Grubengases in dem sich entzündenden Gemische derart ist, dass nur eine unvollkommene Verbrennung erfolgt, deren Product dann Kohlenoxydgas ist.

Dieses Gas ist, wie gesagt, ausserordentlich gefährlich. Es ist brennbar und bildet explosible Gemische. Es ist nicht nur nicht athembar, sondern sogar ein starkes Gift, das fast augenblicklich auf die Zusammensetzung des Blutes wirkt.

Dem Kohlenoxydgas müssen jene lange unerklärt gebliebenen Erscheinungen, wie eigenthümliches Unbehagen, Erschlaffung der Muskeln, trunkenheitsähnlicher Zustand, Uebelkeit, heftige Kopfschmerzen u. s. w. zugeschrieben werden, welche die Menschen beim Eindringen in von einer Grubengasentzündung betroffene Baue bei ungestört fortbrennender Lampe an sich erfahren können. Das Kohlenoxydgas ist ferner die Ursache, wenn, wie dies öfters vorkommt, nach einer Grubengasentzündung in den Bauen Arbeiter neben ihren noch brennenden Lampen todt gefunden werden, ohne dass irgend welche Contusionen oder Brandwunden an ihnen zu entdecken sind. Nach einer Grubengasentzündung kann also auch da, wo die Lampe noch brennt, die Atmosphäre irrespirabel und todbringend sein.

73. Der Kohlenstaub. — Vor Schluss des gegenwärtigen Abschnitts bleiben noch einige Worte über den durch den Abbau hervorgerufenen Kohlenstaub zu sagen. Dieser kann ebenfalls der Gesundheit der Arbeiter schädlich werden oder Unglücksfälle veranlassen.

Die Kohle mancher Flötze hat die Eigenschaft, bei der Hereingewinnung und den weiteren mit ihr vorgenommenen Manipulationen einen ausserordentlich feinen Staub zu entwickeln, welcher lange in der Luft schwebend bleibt und sich schliesslich auf der Sohle, sowie an den Stössen und der Zimmerung der Baue absetzt, um hier mehr oder weniger dicke Schichten von unfühlbar zartem Pulver zu bilden.

In den meisten Fällen ist es unmöglich, diese Staubmassen zu vermeiden. Es ist aber von Wichtigkeit, die Gefahren, welche sie mit sich bringen, zu kennen.

74. In der Luft vertheilt greift der Kohlenstaub die Athmungsorgane der Arbeiter an und erzeugt die mit dem Namen „Kohlenlunge“ bezeichnete Krankheitserscheinung. Allerdings wird diese Wirkung durch die Fortschritte in der Wetterführung immer mehr zurückgedrängt. Nichtsdestoweniger muss man, wenn ein Abbau oder ein sonstiger Arbeitspunkt stark vom Staube heimgesucht ist, die Arbeiter wechseln lassen, so dass nicht stets dieselben in dieser schädlichen Atmosphäre arbeiten.

75. Die in der Luft schwebenden Staubmassen bergen noch eine andere Gefahr in sich, auf welche die Bergtechniker erst in letzterer Zeit aufmerksam geworden sind.

Man hat nämlich beobachtet, dass eine mit höchst feinem Kohlenstaub beladene Atmosphäre auch dann schon explosibel sein kann, wenn sie nicht diejenige Menge von Grubengas enthält, welche sonst zur Begründung dieser Eigenschaft erforderlich ist.

Auch kann mit Hülfe der Wolken von Kohlenstaub, welche entweder schon vorher in den Grubenbauen existiren, oder durch eine Wetterexplosion aufgewirbelt werden, die Entzündung von der einen Wetteransammlung nach einer andern, nicht mit der ersteren in Verbindung stehenden, fortgepflanzt werden, so dass die Explosion eine Ausdehnung erlangt, die sie ohne die Gegenwart des Kohlenstaubes vielleicht nicht erreicht haben würde.

Eine dritte Wirkung des Kohlenstaubes ist die, dass seine Verbrennungsproducte die „Nachschwaden" einer Wetterexplosion vermehren und gefährlicher machen, so dass die Rettung der Arbeiter schwieriger wird.

76. Zuweilen wird man in der Lage sein, den Kohlenstaub durch Benetzen der Arbeitspunkte und der Strecken unschädlich zu machen. Diese nützliche Maassregel ist aber leider nicht immer anwendbar.

§. 7.

Classification der Steinkohlen.

77. Man unterscheidet eine grosse Zahl von Steinkohlenarten, die aber alle unter folgende drei Hauptclassen gebracht werden können:

1) Magere Kohlen, die kohlenstoffreichsten;
2) Gaskohlen, die gasreichsten;
3) Fettkohlen, welche zwischen beiden stehen.

Jede dieser drei Classen zeigt ein besonderes Verhalten bei der Erhitzung unter Luftabschluss sowie bei der Verbrennung.

78. 1. Erhitzung bei Luftabschluss. — Wenn Fettkohlen in einem geschlossenen Gefässe andauernd erhitzt werden, so erfahren sie eine Art von Schmelzung und blähen sich auf. Gleichzeitig lassen sie reichliche Mengen von Leuchtgas und Bitumen entweichen.

Der nach Beendigung des Processes vorhandene Rückstand ist, von dem Aschengehalte abgesehen, reiner Kohlenstoff. Derselbe stellt eine graue oder silberfarbige, klingende, metallisch aussehende Masse dar, welche wie geschmolzen erscheint. Es ist Koke.

Das Verhältniss des Rückstandes zur ursprünglichen Masse (das Kokeausbringen) wechselt nach der Beschaffenheit der Kohle. Gute Fettkohlen liefern 70 bis 80 Proc. Koke, die letztere Zahl wird aber nur ganz ausnahmsweise erreicht. Das Ausbringen hängt übrigens auch von der Menge der mit der Kohle vermischten Schiefertheile ab,

welche niemals ganz ausgehalten oder entfernt werden können und welche, da sie bei der Verkokung wenig an Gewicht verlieren, das Kokeausbringen höher erscheinen lassen.

Die Menge der durch die Destillation entwickelten flüchtigen Bestandtheile ist ebenfalls ziemlich verschieden. Im Durchschnitt geben Fettkohlen 20 cbm Gas auf 100 kg Kohle.

Die Fettkohle ist die einzige, welche sich zur Verkokung eignet. In Folge ihrer Eigenschaft, im Feuer zusammenzubacken, ist sie auch als Schmiedekohle ganz besonders brauchbar.

79. Die mageren Kohlen geben bei der Erhitzung unter Luftabschluss wenig oder gar keine flüchtigen Stoffe. Sie backen nicht und ändern nicht ihr Aussehen, geben also keinen Koke. Um den Gries der Magerkohlen zu verwerthen, mengt man denselben mit einem Bindemittel (Theer oder Pech) an und stellt daraus die sogenannten „Briquettes“ oder Kohlensteine her.

80. Die Gaskohlen geben bei der Destillation eine grosse Menge Gas, aber sie backen nicht und der dem Koke der Fettkohlen entsprechende Rückstand ist leicht und pulverig. Sie sind vorzugsweise zur Gasfabrikation geeignet. Das Ausbringen an Gas beträgt 25 bis 30 cbm auf 100 kg, während das Ausbringen an Koke sich nur auf 50 bis 60 Proc. beläuft.

81. 2. Verbrennung. — Bei der Verbrennung an freier Luft blähen die Fettkohlen sich auf, backen zusammen und brennen mit einer mehr oder weniger starken, röthlichen und russigen Flamme. Dieselbe hält je nach der Art der Kohle längere oder kürzere Zeit an.

Die Flamm- oder Gaskohlen brennen mit langer, heller Flamme, ähnlich der des Holzes. Sie blähen sich nicht auf, wie die Fettkohlen. Sie eignen sich ganz besonders zur Kesselheizung und Hausherdfeuerung.

Die mageren Kohlen backen ebenfalls nicht, die Stücke zerspringen sogar oft mit Heftigkeit („decrepitiren“). Sie brennen nach Art des Kokes, ohne oder nur mit einer kleinen bläulichen Flamme, welche von dem sich bildenden Kohlenoxydgas herrührt.

In England und Nordamerika werden die ganz mageren Kohlen, welche den Namen Anthracit führen, häufig direct im Hochofen verwendet. Sie sind sehr hart, während die Fett- und Flammkohlen zerreiblich sind.

82. Innerhalb der drei beschriebenen Hauptclassen giebt es nun eine grosse Menge von Unterarten, welche sich durch die Länge und Dauer der Flamme, die grössere oder geringere Backfähigkeit, das

Ausbringen an Koke oder an Gas u. s. w. unterscheiden. Vor Allem die Backfähigkeit ist es, welche sowohl zwischen der Mager- und der Backkohle, wie zwischen dieser und der Gaskohle noch je eine deutliche Zwischenstufe unterscheiden lässt. Diese Zwischenstufen charakterisiren sich beide dadurch, dass ihr Gries bei der Destillation sich zwar nicht aufbläht und fest zusammenbackt, aber doch wenigstens sintert; sie heissen daher Sinterkohlen. Dem gegenüber heissen die beiden Extreme, deren Koke nur ein loses Pulver ist, auch Sandkohlen.

Jede der vielen Varietäten hat in den verschiedenen Gegenden verschiedene Namen und eignet sich speciell für diesen oder jenen Gebrauch. So ist die eine Kohle ganz besonders zur Koke-, die andere ganz besonders zur Gasfabrikation geeignet, wieder andere passen vorzugsweise zur Kesselheizung, zum Hausbrande, zu Schmiedezwecken, zur Verwendung in Walzwerken, in Glasfabriken u. s. w.

83. Es ist oft der Versuch gemacht worden, eine Beziehung zwischen der Zusammensetzung und den Eigenschaften der Kohlen festzustellen.

Früher glaubte man, dass die Eigenschaften der Kohlen von der Gesammtmenge des darin enthaltenen Kohlenstoffs abhinge. Nach einer anderen Theorie sollte der Gehalt an Sauerstoff maassgebend sein. Keine dieser Annahmen erwies sich jedoch als stichhaltig.

In neuerer Zeit hat Hilt ein befriedigenderes System aufgestellt. Dasselbe beruht auf der Thatsache, dass die bei der trockenen Destillation aus der Kohle entwickelten Gase nicht ausschliesslich aus Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff bestehen, sondern in wechselnder Menge auch Kohlenstoff enthalten. Es kommt wenig darauf an, in welchem Zustande dieser Kohlenstoff in der rohen Kohle existirt; während der Destillation verbindet er sich mit Wasserstoff und Sauerstoff zu flüchtigen Substanzen, welche bei ihrer Verbrennung die Flamme bilden.

Hiervon ausgehend kommt Hilt zu folgenden Schlussfolgerungen:

Das Gewichtsverhältniss zwischen den flüchtigen Bestandtheilen eines Brennmaterials und dem bei 100° getrockneten, aschefreien Koke ist ein Merkmal für die verschiedenen Kohlenarten, welches einerseits leicht und genau erkennbar, andererseits für die wichtigsten praktischen Eigenschaften der Kohlen maassgebend ist.

Die Bestimmung der Kohlen auf Grund dieses Merkmals ist in der That höchst einfach, man braucht nur in einem Tiegel eine abgewogene Menge Kohle unter Luftabschluss zu erhitzen, den Destillationsverlust zu bestimmen, dann den erhaltenen Koke von Asche zu befreien und das Gewicht der letzteren von dem des ersteren abzuziehen.

Hilt kommt zu folgender Eintheilung:

Kohlenart	Verhältniss zwischen dem aschefreien Rückstand und den flüchtigen Bestandtheilen
1. Anthracit und Magerkohlen . .	1 : 20 bis 1 : 9
2. Gasarme (halbfette) Sinterkohlen	1 : 9 „ 1 : 5,5
3. Fett- oder Backkohlen	1 : 5,5 „ 1 : 2
4. Backende Gaskohlen	1 : 2 „ 1 : 1,5
5. Gasreiche Sinterkohlen	1 : 1,5 „ 1 : 1,25
6. Gasreiche Sandkohlen	1 : 1,25 „ 1 : 1,11

Drückt man den Gehalt an flüchtigen Bestandtheilen in Procenten des aschefreien Kokes aus, so erhält man folgende Tabelle:

Kohlenart	Flüchtige Bestandtheile
1. Anthracit und Magerkohlen	5 bis 10 Proc.
2. Halbfette Kohlen	10 „ 15,5 „
3. Fett- oder Backkohlen	15,5 „ 33,3 „
4. Backende Gaskohlen	33,3 „ 40 „
5. Gasreiche Sinterkohlen	40 „ 44,4 „
6. Gasreiche Sandkohlen	44,4 „ 48 „

Die charakteristischen Eigenschaften der verschiedenen vorstehenden Kohlenarten sind nach Hilt folgende:

1. Die Kohlen unter Nr. 1 erfordern zur Verbrennung starken Zug, geben wenig Gas, eine nicht leuchtende Flamme, keinen Russ und eignen sich zum Hausbrande, zum Brennen der Ziegelsteine und des Kalks, zur Verwendung in allen Herdschmelzöfen und unter gewissen Bedingungen auch zur Heizung von Dampfkesseln.

2. Die Kohlen der zweiten Art sind zu denselben Zwecken verwendbar, wie die vorherigen, besonders aber zur Kesselheizung. Mit gasreicheren Kohlen gemischt und bei Anwendung geeigneter Oefen können sie einen guten Koke geben. — Zu dieser Sorte gehört die berühmte *smokeless steam coal* (rauchlose Dampfschiffskohle) von Cardiff.

3. Diejenigen Fettkohlen (Nr. 3), welche 15,5 bis 20 Proc. flüchtige Bestandtheile entwickeln, repräsentiren die eigentlichen Koke- und Schmiedekohlen. Daran reihen sich mit 20 bis 33 Proc. jener

Stoffe die gasreicheren Backkohlen, die zu den verschiedensten Zwecken in der Industrie gebraucht werden. Auch sie geben noch einen guten Koke, sind besonders werthvoll zur Heizung der Flammöfen und haben nur den Uebelstand, dass sie viel Rauch entwickeln und leicht erlöschen, besonders in den Zimmeröfen.

4. Die Kohle Nr. 4 eignet sich zu ganz denselben Zwecken. Sie ist das vorzüglichste Material zur Leuchtgasbereitung, sowohl was die Menge, als auch was die Güte des Productes anbetrifft. In gleichem Maasse aber beginnt der Gries dieser Kohle schwer verkäuflich zu werden, da er wenigen und zerreiblichen, porösen Koke giebt.

5. Die Kohlen Nr. 5 und 6 sind ein gutes Brennmaterial für Flammöfen. Der Gries ist schwer verkäuflich und findet seine hauptsächliche Verwendung bei der Kesselheizung, giebt jedoch eine enorme Menge Rauch.

Man sieht, dass die Hilt'sche Methode eine höchst klare und präcise Eintheilung der Kohlen nach ihren wichtigsten praktischen Eigenschaften liefert.

84. Alle diese zahlreichen Kohlenarten gehen der Reihe nach, von der gasreichsten bis zu der ganz mageren (Anthracit-)Kohle, ohne scharfe Grenzlinien in einander über. Es giebt jedoch eine Varietät, welche sich so ausserordentlich scharf von allen anderen unterscheidet, dass sie eine besondere Beschreibung verdient. Es ist dies die sogenannte Kännelkohle *(cannel-coal)*. Dieselbe ist der Typus einer Gaskohle im Extrem. Ihre dichte und gleichmässige Textur, ihr mattes, dem gebeizten Ebenholze gleichendes Aussehen machen sie zu einer Abart, welche mit der gewöhnlichen Kohle gar nicht zu verwechseln ist.

Die Kännelkohle entzündet sich sehr leicht, schon bei blosser Berührung mit einem brennenden Spane, und brennt mit langer, heller Flamme weiter. Bei der Destillation liefert sie eine ausserordentliche Menge Leuchtgas. Der dabei verbleibende Rückstand ist ein vorzüglicher Koke, obgleich die Kohle bei der Erhitzung nicht backt. Durch diese Kokebildung unterscheidet sie sich von dem in England unter dem Namen *bog-head* bekannten bituminösen Schiefer, welcher ebenfalls zur Gasbereitung dient. Diese Bogheadkohle entzündet sich ebenso leicht, wie die Kännelkohle, und giebt bei der Destillation sehr viel Leuchtgas, aber der Rückstand dieses Processes besteht bei ihr nur aus Asche.

Die Kännelkohle findet sich in grösserer Menge nur in der englischen Grafschaft Staffordshire, wo sie ein Flötz von 1,80 m Mächtigkeit bildet, welches hauptsächlich bei Wigan abgebaut wird.

In Deutschland kommt sie nur ganz vereinzelt, in Belgien gar nicht vor.

4*

In Frankreich hat sie sich ausnahmsweise in der *grande masse* von Mont-Rambert bei Saint-Etienne und in der Grube Bully-Grenay im Pas-de-Calais gefunden.

85. Im Handel ist noch eine andere Eintheilung der Kohlen gebräuchlich, welche sich auf den äusseren Zustand derselben bezieht.

Das Product, wie es aus dem Schachte kommt, heisst Förderkohle (*trait-venant* oder *tout-venant*). Es besteht aus Stücken von verschiedenster Grösse, welche mehr oder weniger mit der ganz feinen Kohle, dem Gries, gemengt sind. Die Förderkohle findet aber als solche nicht immer Absatz. Meistens ist es vielmehr vortheilhaft, sie über Rätter oder durch Siebtrommeln gehen zu lassen, so dass nach der Grösse der Stücke verschiedene Sorten entstehen.

So unterscheidet man in Belgien: Grosse Stücke oder *houilles*, kleine Stücke oder *gaillettes*, faustgrosse Stücke oder *gailletteries* und den durch Rätter von 3 bis 4 cm Weite hindurchfallenden Gries oder *menu*.

Der Gries kann mittelst Trommeln von 3 bis 6 mm Lochweite wiederum zerlegt werden in Nusskohle (*têtes de moineaux* oder *chatilles*) und in Staub- oder Feinkohle (*poussier*, *fin*, *tamisé*).

Bei der nassen Aufbereitung der Kohle, in den Kohlenwäschen, sammelt sich endlich in den Klärbassins als allerfeinstes, fast werthloses Product die sogenannte Schlammkohle.

86. Je stückreicher eine Kohle ist, desto höheren Handelswerth hat sie unter sonst gleichen Umständen. Wenn z. B. in Belgien der *tout-venant* 12 Frcs. pro Tonne kostet, so kosten:

Houilles	22 bis 24 Frcs.
Gaillettes	17 „ 18 „
Gailletteries	14 „ 15 „
Menu	7 „ 10 „

Dieser Umstand ist wichtig und es muss daher beim Abbau, eventuell sogar bei der Wahl der Abbaumethode sorgfältig auf einen möglichst grossen Stückkohlenfall hingestrebt werden.

87. In Belgien heisst eine Förderkohle *gailletteux* oder *roulant*, wenn sie nicht mehr als 50 Proc. *menu* enthält. Wenn sie noch mehr Gries hat, wird es schwer, sie als „*tout-venant*“ abzusetzen. Man entzieht ihr dann mit Hülfe von passend gestellten Rättern einen Theil der Feinkohle und verarbeitet diesen zu Koke, wenn es Fettkohle, oder zu Briquettes, wenn es magere oder Flammkohle ist.

§. 8.

Deckgebirge.

88. Die Untersuchung der das Steinkohlengebirge überdeckenden Schichten ist erforderlich zum Niederbringen der Schächte. Sie ist das einzige Mittel, um erwägen zu können, welche Schwierigkeiten sich bei dem Abteufen einstellen werden und welche Methoden zu ihrer Ueberwindung einzuschlagen sind.

Das Deckgebirge *(mort-terrain)* kann aus allen Formationen bestehen, welche jünger als die Steinkohlenformation sind. Es setzt sich daher meist aus Kalksteinen, Mergeln, Kreideschichten, Thonen, Sandsteinen oder lockeren Sanden zusammen. Die Mergel und Kalksteine sind gewöhnlich klüftig und führen in Folge dessen viel Wasser, so dass sie häufig mit der gewöhnlichen Abteufmethode nicht durchsunken werden können.

Die Kreideschichten enthalten oft zerstreute Einlagerungen von Feuerstein.

Die am schwierigsten zu durchteufenden Schichten sind die Sande. Wenn sie mit Wasser getränkt sind, wie dies gewöhnlich der Fall ist, so sind sie ausserordentlich beweglich und das Gebirge heisst dann „schwimmend" *(sables boulants)* *).

89. Wir werden später die verschiedenen Methoden kennen lernen, mittelst deren man die verschiedenen Deckgebirge durchteuft. In jedem Falle muss zunächst die Natur der betreffenden Schichten genau festgestellt werden, denn nach dieser richtet sich die Abteufmethode.

*) Nachstehend seien beiläufig die Bezeichnungen wiedergegeben, welche die verschiedenen, in der belgischen Provinz Hainaut und im Pas-de-Calais über dem Steinkohlengebirge vorkommenden Schichten in diesen Gegenden erhalten haben:

Ergeron — Gemenge von Thon und Sand.
Marlettes — thonige Kreide.
Gris — Gemenge von Mergel und Sand.
Rabots — Feuersteinnieren im Mergel.
Rouges cailloux — gelblichrother Feuerstein.
Diëves — compacter, schwarzer Thon.
Fortes toises — thoniger, weisslicher Kalkstein mit Feuerstein.
Turc — Gemenge von Kreide, Thon und sehr feinem Sand.
Marles — harte, dichte Kreide.
Tourtia — quarziges Conglomerat mit thonig-kalkigem Bindemittel, fast immer unmittelbar auf dem Steinkohlengebirge liegend.
Torrent — schwimmende Sandschicht, welche sich stellenweise zwischen der Tourtia und dem Kohlengebirge findet.

Zu diesem Zwecke wird man zuerst die in benachbarten Schächten gewonnenen Gebirgsprofile zu Rathe ziehen und sich so eine allgemeine Vorstellung von der Zusammensetzung des Deckgebirges verschaffen. Sodann werden an dem ausgewählten Schachtpunkte vorläufige Bohrversuche bis aufs Kohlengebirge zu machen sein, welche die Beschaffenheit und Mächtigkeit der mit dem Schacht zu durchteufenden Schichten genau kennen lehren. Erst dann sind die nöthigen Anhaltspunkte vorhanden, um mit dem Abteufen beginnen zu können.

90. Die Mächtigkeit des Deckgebirges wechselt von Null (wenn man von der fast immer vorhandenen Humus- oder Verwitterungsschicht absieht) bis zu mehreren hundert Metern.

Bis jetzt ist die grösste, mit einem Schacht durchteufte Deckgebirgsmächtigkeit 343 m (Westfalen). Je mehr sich die Abteufmethoden vervollkommnen, über desto mächtiger überdeckte Steinkohlenlager erstreckt sich der Bergbau und so haben mit dem Fortschreiten der Technik das Becken von Nordfrankreich und die nördlichen Mulden des westfälischen Beckens, welche lange Zeit unaufgeschlossen geblieben waren, in Angriff genommen werden können. Auch die weitere Ausdehnung dieser Bergbaubezirke hängt in erster Linie von der Möglichkeit ab, das in immer bedeutenderer Mächtigkeit auftretende Deckgebirge mit verbesserten oder neu erfundenen Abteufmethoden zu durchdringen.

In Westfalen haben die neuesten Bohrlöcher, welche nördlich von dem bisherigen Kohlendistricte niedergebracht worden sind, das Kohlengebirge unter einer 400 m mächtigen Bedeckung nachgewiesen. Es ist kein Zweifel, dass auch diese Theile des Beckens, ja sogar noch nördlichere, noch tiefer liegende Partien, in nicht allzu ferner Zeit in Abbau kommen werden.

Zweites Capitel.

Beschreibung der wichtigsten Kohlenbecken.

§. 1.

Das belgische und nordfranzösische Becken.

91. Dieses wichtige Becken durchzieht ganz Belgien von Osten nach Westen. Es setzt sich in die französischen Departements Nord und Pas-de-Calais hinein fort, wo der Bergbau gerade in neuester Zeit in bedeutender Entwickelung begriffen ist. In dieser Gegend senkt sich das Kohlengebirge mehr und mehr unter jüngere Schichten ein und es hat grosser Anstrengungen und vervollkommneter Abteufmethoden bedurft, um es dort zu erreichen.

Nach Osten hin scheint in ähnlicher Weise das westfälische Becken die Fortsetzung des belgischen zu bilden.

Die neuerdings im holländischen Limburg durch Bohrversuche gemachten Aufschlüsse unterstützen die Ansicht, dass jene verschiedenen Becken sämmtlich einem einzigen Ablagerungsgebiete des Steinkohlengebirges angehören.

92. 1. Mächtigkeit der Flötze. — Die Flötze kommen in dem belgischen und nordfranzösischen Becken kaum auf mehr als 2 m Mächtigkeit. Man kann sie als zwischen einigen Centimetern und 1,50 m schwankend bezeichnen. Die Flötze von weniger als 40 cm gelten nicht mehr als bauwürdig, sie heissen *veinettes*, *layettes*, *veines passées* u. s. w. (Im deutschen: Flötzchen, Bänkchen, Schmitzchen.) Flötze von 42 bis 45 cm werden dagegen in Belgien noch abgebaut. Ein Flötz von 1 m Kohle wird schon als mächtiges Flötz angesehen. Die mittlere Mächtigkeit der abgebauten Flötze ist etwa 60 cm.

93. 2. Zusammensetzung der Flötze. — Die Flötze bestehen in Belgien meist aus mehreren Bänken (*laies*), welche ent-

weder unmittelbar auf einander liegen, oder durch einen Schram (*havage*) oder Gesteinsmittel von einigen Centimetern Stärke getrennt sind. Flötze, die aus einer einzigen Bank bestehen, sind selten.

Das Vorhandensein der Gesteinsmittel in den Flötzen wirkt ungünstig in Bezug auf die Reinheit des Products. Man hilft sich soviel als möglich dadurch, dass man sie vor dem Hereingewinnen der Kohle entfernt. Wenn aber mehrere Gesteinsmittel vorhanden sind und besonders, wenn das Flötz bröckelig ist, so ist es nicht möglich, dieselben alle vorher wegzunehmen; die Kohlen werden dann natürlich sehr unrein. Die Fettkohlenflötze, welche im Allgemeinen sehr bröckelig sind, liefern aus diesem Grunde unreineres Fördergut als die Magerkohlenflötze.

Die Flötze enthalten zuweilen Schwefelkies und Sphärosiderit (Eisenkarbonat), aber niemals in gewinnungswürdiger Menge.

Das Vorkommen des Schwefelkieses ist sehr schädlich und kann die Kohle für gewisse Zwecke, z. B. zur Kokebereitung, zur Verwendung im Hohofen u. s. w., untauglich machen. Es würde jedoch sehr schwer sein, dieses Mineral gänzlich zu entfernen, da es sich meistens in Form von feinen Lagen und Blättchen in den Flötzen findet. Die Schwefelkieseinschlüsse bringen ferner den Nachtheil mit sich, dass sie die Gezähe rasch abnutzen, sowie dass sie durch ihre Zersetzung und die in Folge dessen sich entwickelnde Hitze in den alten Bauen Selbstentzündung der zurückgebliebenen Kohlentheile hervorrufen können.

94. 3. Qualität der Kohle. — Das belgische Becken enthält fast alle Steinkohlenarten, von den gasreichsten bis zu den magersten. Die ersteren sind die jüngsten und bilden die hangendsten Flötze; nach dem Liegenden des Beckens hin wird die Kohle immer magerer.

Die Regel erleidet indessen einige örtliche Ausnahmen. So liefern die Flötze von Seraing, obgleich sie die liegendsten des Beckens sind, Fettkohlen. Diese Erscheinung ist bis jetzt noch nicht hinreichend aufgeklärt.

Als wichtige Varietät ist die mit dem Namen *flénu* bezeichnete zu erwähnen, eine langflammige Kohle, die sich ausgezeichnet zur Gasfabrikation eignet. Zu Bully-Grenay im Pas-de-Calais findet sich ein Kännelkohlenflötz.

95. 4. Entwickelung von Grubengas. — Hinsichtlich der Grubengasentwickelung verhalten sich die belgischen Flötze sehr verschieden. Das Gas tritt hauptsächlich auf den Fettkohlenflötzen und an den gestörten Partien auf. Der südliche Theil des Beckens, in welchem die Knickungen viel zahlreicher sind, als im Norden, enthält sehr grubengasreiche Flötze. Solche werden abgebaut bei Seraing und auf den Gruben des Südrandes, bei Mons und Charleroi. Daselbst

ist die Entwickelung der schlagenden Wetter so stark, dass die Ausdehnung der Baue auf den einzelnen Flötzen eingeschränkt werden muss, trotz der kräftigen Ventilationsmittel, über welche die meisten der Gruben verfügen.

In einigen Flötzen sind die früher besprochenen plötzlichen Entwickelungen von Schlagwettermassen heimisch. Solche kommen besonders in den Revieren Couchant de Mons und Seraing vor.

Bei den mageren und wenig gestörten Flötzen ist die Grubengasentwickelung gleich Null oder wenigstens sehr selten und schwach.

96. 5. Beschaffenheit der Gesteinsschichten. — Drei Gesteinsarten sind es, welche — abgesehen von der Kohle — das belgische Kohlengebirge zusammensetzen: Schieferthon, Sandschiefer und Sandstein.

97. Schieferthon *(schiste)*. — Derselbe ist im Allgemeinen schwärzlichgrau, milde und von gleichmässig feinkörnigem Gefüge.

An der Luft verändert er sich rasch, besonders wenn er Schwefelkies und Kohlesubstanz enthält. Er zerfällt und erfährt in Folge der vor sich gehenden langsamen Verbrennung eine allmälige Erhitzung. Die Halden der Steinkohlengruben, welche in erster Linie aus Schieferthon bestehen, gerathen fast immer mit der Zeit in Brand. Es ist daher zu vermeiden, solche Halden gegen Gebäude oder zu nahe bei den Schächten aufzuschütten. Auch der Versatz in der Grube entzündet sich leicht von selbst und kann auf diese Weise Grubenbrand verursachen.

Das Schüttungsverhältniss des Schieferthons ist ungefähr 1,65. Der Cubikmeter anstehenden Gesteins wiegt 2500 kg, während das Gewicht eines Cubikmeters hereingewonnenen Materials nur 1500 kg beträgt.

Der Schieferthon ist bisweilen bituminös, besonders wenn er das Hangende eines Flötzes bildet. Er ist dann schwarz, glänzend und dünnblätterig und lässt sich mit der Hand in Stücke brechen. Bei dieser Beschaffenheit ist er schwer am Hereinfallen in die Grubenbaue zu hindern und erfordert eine dichte Verzimmerung. Die Flötze, deren Hangendes und Liegendes aus diesem (in Deutschland Kohlen- oder Brandschiefer genannten) Material besteht, liefern unreine Förderung und haben hohe Holzkosten.

Der Schieferthon ist leicht zu bearbeiten. Man kann darin sogar ohne Zuhülfenahme von Pulver, lediglich mittelst der Keilhaue oder ähnlicher Gezähe auffahren. Er giebt keine Funken unter dem Gezähe und ritzt das Glas nicht. Die Schieferthonbänke sind selten zerklüftet.

Die belgischen Bergleute bezeichnen den Schieferthon mit dem Namen *roc*, *pierre* u. s. w.

In der Provinz Lüttich ist er das vorherrschende Gestein, während im Borinage die Sandschiefer diese Stelle einnehmen.

Der Schieferthon ist in Belgien weder plastisch noch feuerfest. Bis jetzt wenigstens ist nicht bekannt, dass irgendwo beim Grubenbetriebe feuerfestes Material gewonnen wird, wie dies in England und vereinzelt auch in Deutschland der Fall ist. Möglich, dass bei genauerem Nachforschen sich auch in Belgien derartige Vorkommen auffinden liessen.

98. Die Sandschiefer *(psammites)* sind dasjenige Gestein, welches die belgischen Bergleute ungenauer Weise „*grès*" (Sandstein) nennen. Ihre Farbe ist gräulich, ihre Härte sehr verschieden, doch geben sie stets Funken unter dem Gezähe. Sie ritzen Glas, wenn auch schwach, und erfordern zum Hereingewinnen die Schiessarbeit.

Die Sandschiefer treten in manchmal ziemlich mächtigen Bänken auf, welche sowohl das Liegende, wie das Hangende der Flötze bilden können. Diese Bänke sind häufig zerklüftet, können daher Wasserzuflüsse oder Grubengasausströmungen mit sich bringen und hierdurch beim Schachtabteufen oder Streckenauffahren Schwierigkeiten bereiten.

Das Schüttungsverhältniss der Sandschiefer ist ungefähr 1,84. Ein anstehender Cubikmeter wiegt 2650 kg, das gleiche Volumen gewonnenen Materials nur 1400 kg.

99. Sandstein. — Die Sandsteine kommen seltener und in Bänken von nicht über 2 m vor. Die Lütticher Bergleute nennen sie „*clavais*", in der Provinz Hainaut heissen sie „*querelles*".

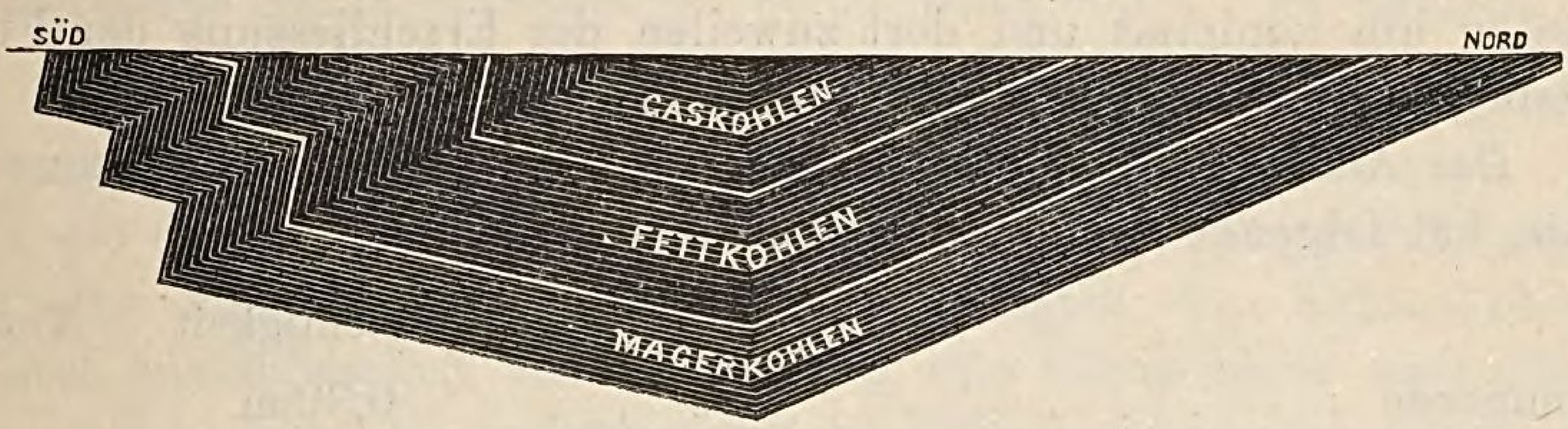
Sie sind sehr fest und können nur mit Schiessarbeit durchbrochen werden. Ein einziges Bohrloch in diesem Gestein verlangt zu seiner Herstellung oft eine ausserordentliche Geduld und bewirkt einen enormen Verschleiss des Gezähes. Es giebt selbstverständlich Funken unter dem letzteren und ritzt das Glas mit Leichtigkeit.

100. Das Kohlengebirge bestand unmittelbar nach seiner Ablagerung aus abwechselnden Schichten von Sand, Thon und einem Gemenge beider. In Folge des Druckes der später darüber abgelagerten Massen und der metamorphischen Einwirkungen des Erdinnern ward der Thon zu Schieferthon, der Sand zu Sandstein und der thonige Sand zu Sandschiefer. Durch diese Vorstellung lassen sich die verschiedenen Gesteinsarten des Kohlengebirges am leichtesten erklären. Die Härte des Sandschiefers ist grösser oder geringer, je nachdem der Sand oder der Thon in dem ursprünglichen Gemenge vorherrschte.

101. 6. Lagerungsverhältnisse. — Die Flötze haben seit ihrer Bildung starke Veränderungen in der Lage erfahren, zumal in den südlichen Theilen, wo sie eine dichte Reihenfolge von stehenden *(dressants)* und flachen Flügeln *(plateures)* bilden. Die nördlichen

Theile sind regelmässiger und die Lagerung in flachen Flügeln herrscht dort vor (Fig. 34).

Fig. 34.



102. Das belgische Becken zerfällt in vier Hauptbergbaubezirke, welche heissen:

Couchant de Mons (westlich Mons) oder Borinage,
Levant de Mons (östlich Mons) oder Centre,
Bassin de Charleroi,
Bassin de Liége.

Die verschiedenen, in diesen Bezirken gebräuchlichen Abbaumethoden sind hauptsächlich durch die verschiedene Lagerung bedingt.

103. 7. Störungen. — Gegen Süden hin sind die Verdrückungen, Sprünge und Hauptverwerfungen sehr häufig, während der nördliche Theil auch in dieser Beziehung viel regelmässiger ist.

Im Lütticher Becken treten zwei wichtige Hauptverwerfungen auf, welche das Kohlengebirge von Osten nach Westen durchschneiden: Die „Faille de Saint Gilles“ im Norden und die „Faille de Seraing“ im Süden. Die letztere ist etwa 10 m breit und verwirft die Flötze um 250 m Seigerteufe.

Bei Charleroi findet sich häufig die sogenannte Rosenkranzlagerung *(allure en chapelet)* (Fig. 22).

104. 8. Anzahl der Flötze. — Die Flötze sind zahlreich und liegen im Allgemeinen nahe bei einander. Die Mächtigkeit der Zwischenmittel schwankt zwischen 1 und 50 bis 60 m.

Der Lütticher Bezirk weist ungefähr 31 Fettkohlen-, 21 Halbfettkohlen- und 31 Magerkohlenflötze, im Ganzen 83 auf.

Im Borinage zählt man 122 Flötze, nämlich:

47 Flötze mit Flénukohle,
21 „ „ halbfetter Gaskohle,
29 „ „ fetter Schmiedekohle,
25 „ „ magerer Kohle.

105. Deckgebirge. — Bei Lüttich und Seraing, im Maasthale, ist das Steinkohlengebirge von wassergetränktem Kies bedeckt, dessen Mächtigkeit jedoch nicht über 10 m hinausgeht. Die grosse Wassermenge erheischt nichtsdestoweniger die Anwendung besonderer Methoden beim Abteufen der Schächte.

Bei Charleroi geht das Kohlengebirge zu Tage aus.

In den Revieren Centre und Borinage ist es von Schichten der Secundär- und Tertiärperiode überlagert, deren Mächtigkeit nach Westen hin zunimmt und dort zuweilen der Erschliessung der Flötze erhebliche Schwierigkeiten entgegenstellt.

Das Abteufen des neuesten Schachtes im Norden des Beckens von Mons hat folgende Schichten ergeben:

		Mächtigkeit	Teufe
Dammerde		0,30 m	
Diluvialer Sand und Kies		12,55 „	12,85 m
Tertiäre Schichten	Thon mit wenig Sand	3,05 „	
	Kreidetuff	0,60 „	
	Compacter Thon	1,00 „	
	Feuerstein	1,35 „	
	Kalkstein	0,55 „	19,40 „
Kreidegebirge	Verschiedene Kreidearten	245,14 „	
	Grès des mineurs (oberer Grünsand)	2,71 „	
	Rabots (vergl. Anm. bei Nr. 88)	7,35 „	
	Fortes toises (vergl. Anm. bei Nr. 88)	7,80 „	
	Dièves (vergl. Anm. bei Nr. 88)	3,75 „	
	Tourtia (vergl. Anm. bei Nr. 88)	2,17 „	
	Sandiger Thon	0,06 „	
	Kalkiger Sand	0,24 „	
Steinkohlengebirge			288,62 „

§. 2.

Das Loirebecken.

106. In diesem Becken liegen die Kohlengruben von Saint Etienne und Rive-de-Gier. Es ist nach dem nördlichen Becken das wichtigste in Frankreich. Seine Form ist ungefähr die eines Dreiecks von 12 km Grundlinie und 30 km Höhe. Die Umgrenzungslinien verlaufen aber im Einzelnen so, dass sich ein Flächeninhalt von nahezu 250 qkm ergiebt. Ungeachtet dieser immerhin beschränkten Ausdehnung enthält das Becken eine der schönsten Kohlenablagerungen, die man kennt. Man zählt an den Stellen, wo die Ablagerung vollständig entwickelt ist, 1200 bis 1400 m Gebirgsmächtigkeit mit 57 bis 78 m Kohle in nur 28 bis 30 Flötzen. Es ist dies ein Verhältniss von gewinnenswerther Kohle zur Gesammtmächtigkeit gleich 1 : 20, ein Verhältniss, welches das in anderen Becken ermittelte

bedeutend übertrifft. In Belgien z. B. ist das Verhältniss 1 : 35 *), in Wales 1 : 40, bei Newcastle 1 : 42, in Lancashire 1 : 50. Ein noch höheres Antheilverhältniss der Kohle findet sich nur im Becken des Departements Saône-et-Loire, wo es die Höhe von 1 : 18 erreicht.

107. Was den petrographischen Charakter des Beckens betrifft, so weicht derselbe erheblich von dem in Belgien beobachteten ab. So sind, wie dies in allen Binnenseebecken der Fall ist, die grobkörnigen Bildungen vorherrschend. Während in Belgien das Kohlengebirge sich fast ausschliesslich aus Schieferthon und Sandschiefer zusammensetzt, stehen hier die grobkörnigen Sandsteine durch die ganze Ablagerung hindurch im Vordergrunde.

Die Kohlenformation beginnt hier mit sehr mächtigen, groben Conglomeraten, welche in der Gegend den Namen „*gratte*" führen. Die Zusammensetzung dieser Conglomerate erinnert lebhaft an die Gesteine, auf welchen das Gebirge aufruht, den Granit und die metamorphischen Gesteine. Die Gerölle der ersteren bestehen fast ausschliesslich aus Körnern und Bruchstücken dieser Gesteine.

Ueber jenen Conglomeraten folgt eine ganze Reihe von Sandsteinvarietäten, welche sich durch ihre Zusammensetzung, ihre Farbe und hauptsächlich durch ihre Korngrösse von einander unterscheiden. Die letztere nimmt nach dem Hangenden zu.

108. Die in diesem Gebirge auftretenden Kohlen werden hauptsächlich unterschieden in:

1. Schmiedekohlen *(houilles maréchales)*. Die Kohle des Flötzes Saignat von Roche-la-Molière, sowie die des fünften Flötzes von Treuil sind die ausgeprägtesten Schmiedekohlen des Beckens.
2. Fett- oder Kokeskohlen.
3. Halbfette Kohlen.
4. Gaskohlen, deren Typus die Kohle von Littes bei Saint-Etienne ist.

109. Ausser der Kohle und den bereits besprochenen Gesteinsarten findet sich noch kohlensaures Eisenoxydul (Sphärosiderit) in Form von Nieren in den Thonschichten und der Kohle zerstreut. Dasselbe kommt jedoch nicht in hinreichend grossen Mengen vor, um Gegenstand einer regelmässigen Gewinnung zu sein. Allerdings sind einige selbständige und ziemlich mächtige Bänke dieses Minerals vorhanden, doch ist dasselbe in diesen Fällen weit weniger rein und sein Verkaufswerth würde nicht die Gewinnungskosten decken.

110. Das ganze Loirebecken ist von Urgesteinen eingeschlossen und zwar in erster Linie von Granit, auf welchem es unmittelbar und

*) In Westfalen 1 : 33. L.

ohne Zwischenlagerung irgend eines anderen Gebirgsgliedes aufruht. Der Granit tritt überall am Rande der Formation zu Tage. Er bildet eine Reihe von Sätteln, denen die Mulden des Steinkohlengebirges parallel laufen. Das letztere ist hier von keiner jüngeren Ablagerung bedeckt.

Die Lagerungsverhältnisse des Beckens sind im Grossen und Ganzen einfach. Es bildet eine rings geschlossene Hauptmulde, welche besonders in der Gegend von Rive-de-Gier deutlich ausgeprägt ist. Nach Saint-Etienne hin ist das Gebirge etwas mehr gestört und von zahlreichen Verwerfungen zerschnitten. Die letzteren bewirken, dass die Flötze zu wiederholten Malen zu Tage ausgehen, und machen die Identificirung derselben sehr schwierig.

Einige dieser Verwerfungen sind ausserordentlich bedeutend. Die meisten der schroff eingeschnittenen Thäler verdanken ihnen ihren Ursprung. Unter den bedeutendsten Verwerfungen ist die von Maures zu nennen, längs welcher die Flötze in horizontaler Richtung um mehr als 250 m verschoben erscheinen. Das Grosse Flötz von Méons wird von einer über 500 m starken Verwerfung durchschnitten.

111. Die Flötze des Loirebeckens sind im Allgemeinen viel mächtiger als diejenigen des belgischen. Es entspricht dies der schon erwähnten Regel von dem Unterschiede zwischen Binnensee- und Meeresbecken. Während in Belgien die Flötze selten 2 m Mächtigkeit erreichen, sind sie im Loirebecken bisweilen 10 und 15 m mächtig.

Von den mächtigsten und am meisten an der Förderung betheiligten Lagern seien erwähnt:

1. Der Stock („*grande masse*“) von Rive-de-Gier, dessen Mächtigkeit bei Rive-de-Gier 8 m, bei la Grande-Croix 15 m und bei la Péronnière 18 m beträgt. Diese mächtige Lagerstätte ist durch ein Schiefermittel, den sogenannten „*nerf blanc*“, in zwei Theile getheilt. Bei Rive-de-Gier nur unbedeutend, wächst dieses Zwischenmittel nach la Grande-Croix und la Péronnière hin allmälig bis zu einer Mächtigkeit von mehr als 10 m.

Die beiden Theile des Flötzes sind meist von verschiedener Qualität, indem der hangende Theil die guten Schmiedekohlen der dortigen Gegend, der liegende Theil dagegen die mit dem Namen „*rafforts*“ bezeichneten guten Dampfkesselkohlen liefert.

2. Die beiden „Bastarde“, zwei Flötze von 1,50 bis 2,50 m und 1 bis 1,50 m Mächtigkeit, welche im Allgemeinen eine magere und durchwachsene, hauptsächlich nur zum Kalk- und Ziegelbrennen verwendete Kohle liefern.

3. Der Stock von Mont-Rambert und les Littes, 18 m mächtig. Die Kohle dieser Lagerstätte ist eine typische Gaskohle. Bei les Littes und Mont-Rambert finden sich sogar eingelagerte Bänke von wirklicher Kännelkohle und von unverkennbaren Uebergängen zu derselben.

4. Das Flötz von la Vaure, 3 m mächtig.
5. Das Flötz von le Moncel mit 5 m Mächtigkeit.
6. Das „Grosse Flötz“ von Méons, 5 m mächtig, bemerkenswerth wegen des vorzüglichen, aus seiner Kohle hergestellten Kokes.
7. Das „Dritte Flötz“ von Treuil, 6 m, ausgezeichnet durch seine schöne regelmässige Lagerung nach Art der belgischen „*plateures*“.
8. Das Flötz von les Rochettes, 6 m.
9. Das Flötz „Trois Planches“, 4,50 m.
10. Das „Grosse Flötz“ von Aveize, 10 m.
11. Das Flötz „Bon menu“, 3 m.
12. Das Flötz von Mouriné, 5 m u. s. w.

Ausserdem ist eine Anzahl Flötze von 1,50 und 2 m vorhanden.

§. 3.

Das Becken des Departements Saône-et-Loire.

112. Frankreich besitzt noch einige andere Kohlenbecken; dieselben sind jedoch von geringerer Bedeutung als die bereits be-

Fig. 35.

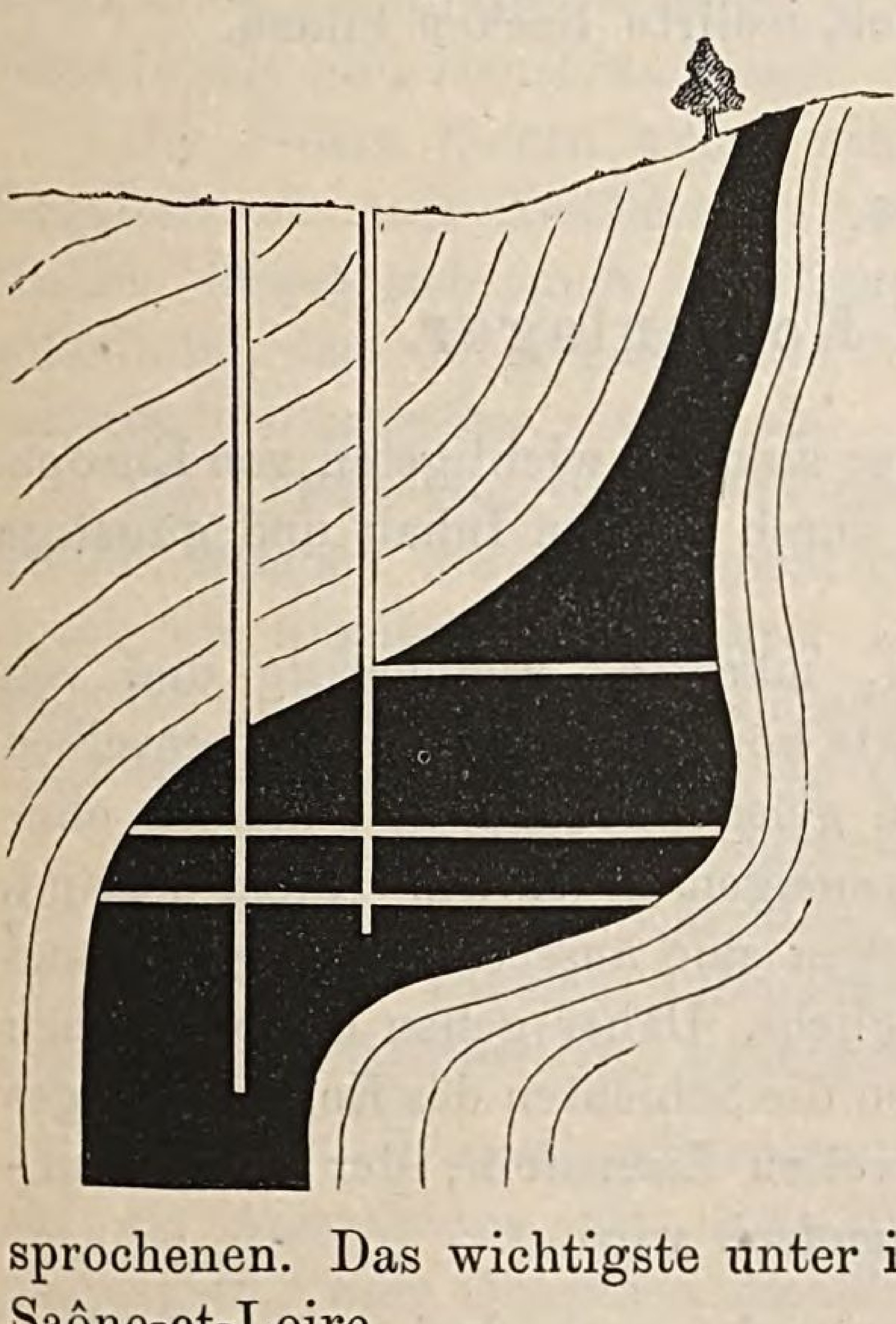
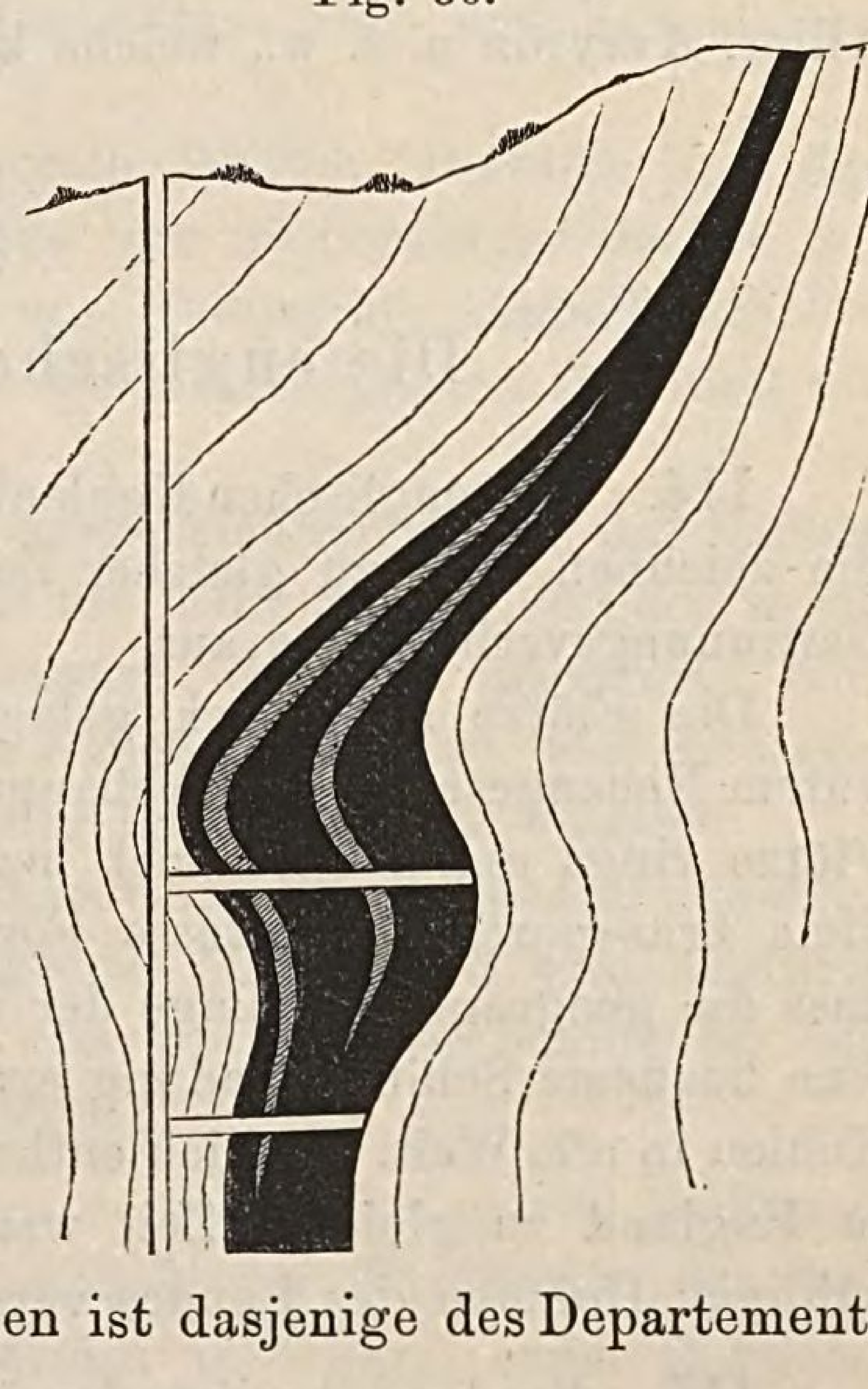


Fig. 36.



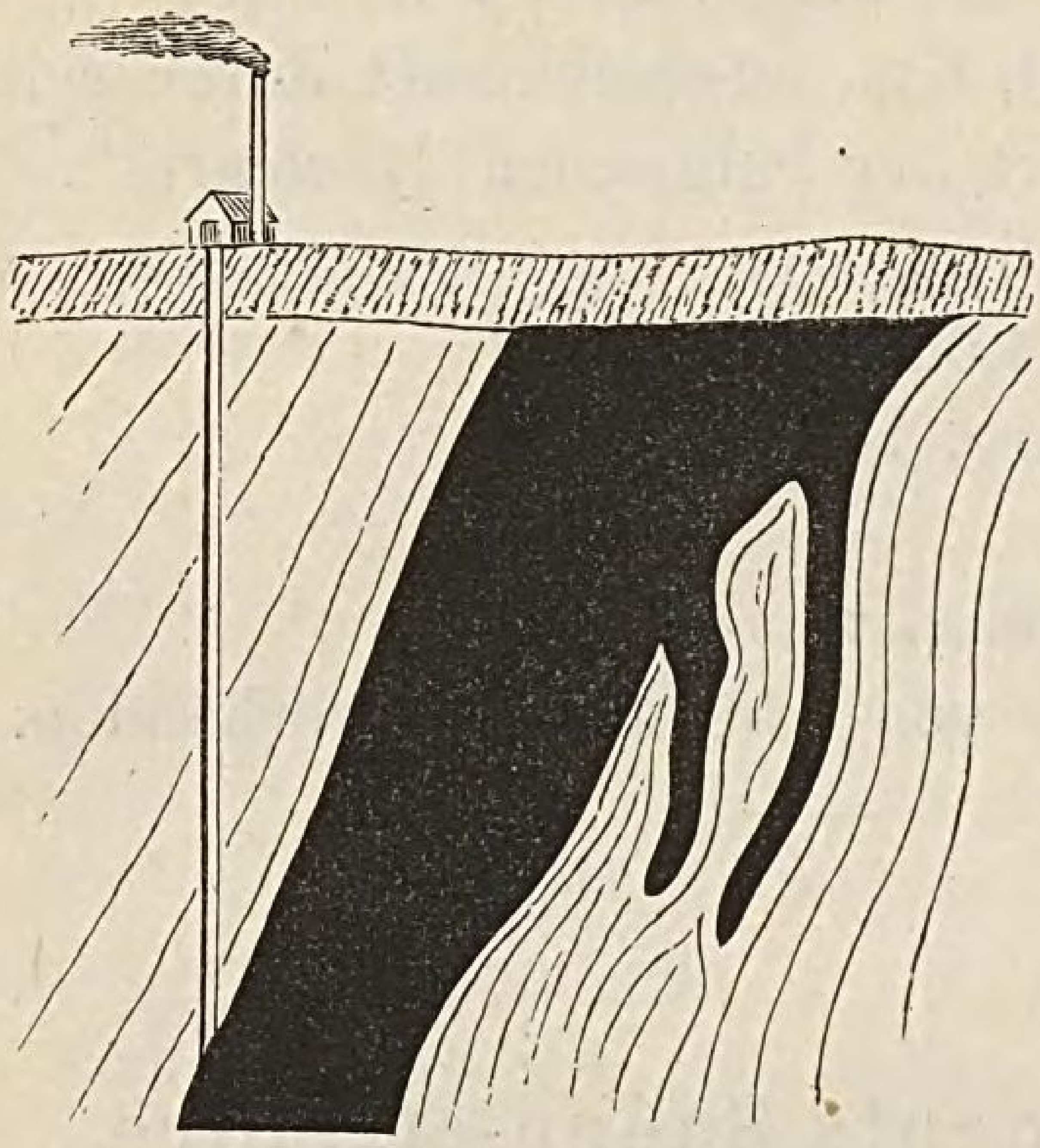
sprochenen. Das wichtigste unter ihnen ist dasjenige des Departements Saône-et-Loire.

Die wichtigsten Punkte dieses Bergbaubezirks sind Creusot, Montchanin, Blanzy, le Monceau u. s. w.

Die Flötze sind im Allgemeinen sehr mächtig und liefern hauptsächlich Gaskohle.

Das obere Flötz von le Monceau hat 12 m Mächtigkeit. Es besteht aus drei Bänken mit zwei Schiefermitteln.

Fig. 37.



Zu Blanzy wird ein 2 m mächtiges Flötz gebaut.

Das Flötz von Creusot hat eine Mächtigkeit von 12 bis 14 m und fällt mit ungefähr 70° ein. Es bietet bemerkenswerthe Beispiele von Stauungen und Verdrückungen. In den gestauten Partien steigt die Breite des Lagers bis auf 40 m (Figuren 35 und 36, a. v. S.).

Das Lager von Montchanin ist noch mächtiger, nämlich 30 bis 60 m. Es bildet mehr einen Stock, als ein Flötz. Im Streichen erstreckt es sich kaum über 600 m weit und hört beiderseits ziemlich plötzlich auf. Die Mächtigkeit nimmt nach der Teufe ab (Fig. 37).

113. Andere französische Kohlenvorkommen sind die von Gard, Allier, Aveyron u. s. w., welche kleine, isolirte Becken bilden.

§. 4.

Die englischen Kohlenlager.

114. Die englischen Kohlenlager sind die wichtigsten von Europa. Sie zeichnen sich zu gleicher Zeit durch reichen Inhalt und günstige Gewinnungsverhältnisse aus.

Die Flötze sind flach gelagert, mächtig, regelmässig und von gutem Nebengestein. Die Abbaupunkte können in einem und demselben Flötze rings um den Schacht herum gelegt werden und diesem ohne viele Transportkosten grosse Fördermengen zusenden. Dazu kommt, dass die geographische Lage der Becken eine äusserst günstige ist und eine bequeme Schiffsverladung ermöglicht. Daher gehen die englischen Kohlen in alle Welt. Endlich enthalten die Schichten des Kohlengebirges in England zu gleicher Zeit werthvollen Eisenstein, der in den unzähligen Hohöfen des Landes verschmolzen wird.

115. England besitzt der Hauptsache nach drei grosse Kohlenbecken:

1. Das Becken von Newcastle.
2. Ein Centralbecken.
3. Das Becken von Südwales.

116. 1. Das Becken von Newcastle (Durham und Northumberland). — Sein Oberflächeninhalt beträgt 2000 qkm, seine jährliche Förderung 36 000 000 Tonnen *).

Seine Schichten ruhen in discordanter Lagerung auf einem von den Engländern „*milstone grit*“ genannten Sandsteine. Sie gehen zu Tage aus und senken sich nur im südwestlichen Theile unter jüngere Ablagerungen ein.

Die Flötze fallen nach Osten ein und reichen bis unter das Meer. Ihre Neigung ist jedoch sehr schwach und geht im Allgemeinen kaum über 2 Grad hinaus. Die Lagerung ist sehr regelmässig und nur durch zwei grosse Hauptsprünge unterbrochen, von denen der eine die Flötze um 160 m, der andere dieselben ungefähr um 80 m verwirft.

Die Mächtigkeit der Flötze schwankt zwischen 1 und 2 m. Es werden 18 Flötze mit einer Gesammtmächtigkeit von 16 bis 17 m Kohle abgebaut. Das Verhältniss zwischen der Gesammtmächtigkeit der Flötze und der des Kohlengebirges ist ungefähr 1 : 30, also nicht erheblich abweichend von dem Verhältniss in Belgien; aber in dem belgischen Becken findet sich die Kohle auf eine viel grössere Zahl von Flötzen vertheilt.

Das Becken von Newcastle enthält hauptsächtlich langflammige Fettkohlen. Man unterscheidet drei Varietäten: Gas- und Kokeskohle, Kesselkohle und Hausbrandkohle.

Die Flötze führen wenig schlagende Wetter. Dieselbe von der Regel abweichende Erscheinung, welche wir im Serainger Becken antrafen, findet sich auch im Becken von Newcastle, nämlich die Erscheinung, dass die liegenderen Flötze die bituminösesten sind und die meisten Schlagwetter entwickeln.

Die Flötze von Newcastle sind ausgezeichnet durch ihr flaches Fallen, welches, wie gesagt, nicht mehr als 1 bis 2 Grad beträgt, sowie durch die Regelmässigkeit ihrer Lagerung. Sie sind ausserdem eingebettet in festes und undurchlässiges Nebengestein, so dass hier alle Umstände für die Ausbeutung so günstig liegen, als nur möglich.

Gleichzeitig sind die topographischen Verhältnisse bemerkenswerth: Das Kohlengebirge erstreckt sich längs des Meeres und wird überdies von vier tiefen Flüssen durchzogen, auf welchen die Schiffe bis ins Innere des Kohlendistricts gelangen können.

117. 2. Das Centralbecken. — Dieses ist sowohl in Bezug auf die Ausdehnung als auch hinsichtlich der Förderung das bedeutendste. Sein Oberflächeninhalt beträgt 4800 qkm, seine jährliche Production 60 000 000 Tonnen. Die drei Hauptdistricte des Centralbeckens sind:

*) Diese, sowie die nachfolgenden Angaben über Fördermengen sind nach den neuesten Erhebungen eingerückt. L.

118. A. Der District von Staffordshire, mit dem Mittelpunkte Dudley. In diesem Districte finden sich auf 300 m Gebirgsmächtigkeit 8,50 m feuerfester Thon, 18,40 m Kohle und 7,95 m Eisenstein, also alle zur Darstellung des Eisens erforderlichen Materialien.

Die Förderung dieses Districtes erreicht die enorme Höhe von jährlich 600 Tonnen pro Hectar.

Die Flötze sind mächtig und regelmässig, nach Art der belgischen „*plateures*" gelagert. Einzelne sind bis zu 9 m mächtig.

119. B. Der District von Yorkshire, mit dem Hauptorte Sheffield. Auf diesen findet das über den folgenden District Gesagte gleichmässig Anwendung.

120. C. Der District von Lancashire. Derselbe enthält flachliegende Flötze von nicht über 2 m Mächtigkeit. Das Nebengestein ist sehr gut. Die Flötze liefern Kokeskohle, Maschinenkohle und Hausbrandkohle.

Das bemerkenswertheste Flötz ist das Cannelflötz mit seiner, wie wir schon gesehen haben, ganz absonderlichen und anderwärts nur ganz sporadisch vorkommenden Kohle (*Cannel-Coal*). Dieselbe ist matt, bricht mit scharfen Kanten, brennt äusserst leicht und giebt eine grosse Menge Gas. Sie wird deshalb ausschliesslich zur Gasbereitung verwendet. Ihr Hauptgewinnungsort ist Wigan.

Die Flötze des Districts von Lancashire führen im Allgemeinen weniger Grubengas als die belgischen Fettkohlenflötze.

121. 3. Das Becken von Südwales (incl. Monmouthshire). — Auch dieses Becken enthält eine förmliche Anhäufung von Reichthümern und ist für deren Verwerthung äusserst günstig gelegen. Hier finden sich, wie in Staffordshire, alle zur Darstellung des Eisens gehörigen Stoffe vereinigt und, wie bei Newcastle, erleichtert eine fast unmittelbare Schiffsverladung den Absatz der Producte. Diese günstige Lage der Förderpunkte, die Mannigfaltigkeit und die gute Qualität der Kohle, die Menge und Güte des Eisensteins, das reichliche Vorkommen von Kalkstein und Thon sind die natürlichen Hülfsquellen, vermöge deren diese Gegend im Stande ist, auf dem Weltmarkte mit einer Eisenproduction aufzutreten, welche mehr als ein Drittel der Gesammtproduction Grossbritanniens ausmacht.

Das Kohlengebirge von Wales bildet ein ganz selbständiges Becken. Sein Oberflächeninhalt beträgt 2850 qkm, seine Förderung 22 000 000 Tonnen.

Die Flötze sind von mittlerer Mächtigkeit. Bei einzelnen beträgt dieselbe 3 m. Im District von Swansea, wo die Ablagerung vollständig entwickelt ist, zählt man 25 Flötze mit einer Gesammtmächtigkeit

von 30 m Kohle. Im Osten dagegen finden sich nur 9 bis 10 Flötze mit einer Gesammtstärke von 14 m.

Die Flötze besitzen ein mässiges, aber immerhin stärkeres Einfallen, als in den übrigen englischen Becken. Dasselbe steigt zuweilen auf 45 Grad, besonders in dem südlichen Theile des Beckens. Die Schichten werden von ziemlich zahlreichen Verwerfungen durchschnitten.

Was die Beschaffenheit der Kohle anlangt, so variirt dieselbe von der Schmiedekohle bis zum Anthracit. Eine sehr geschätzte Qualität ist die sogenannte „Dampfschiffskohle“ *(navigation steam coal)*, welche massenhaft zur Dampfkesselheizung exportirt wird und deren Ruf in der ganzen Welt verbreitet ist.

Kännelkohle findet sich in Südwales nicht.

Manche Flötze entwickeln viel Grubengas und erfordern deshalb beim Abbau sehr kräftige Ventilation.

§. 5.

Das Saarbrücker Becken.

122. Der Oberflächeninhalt des Beckens von Saarbrücken beträgt ungefähr 400 qkm. Seine Längenerstreckung, welche in der Richtung von Südwesten nach Nordosten liegt, beträgt 35 km, seine Breite schwankt zwischen 15 und 20 km.

Auf welchem Gebirge das Saarbrücker Steinkohlenbecken aufruht, ist nicht genau bekannt, da in der Gegend, wo jenes unter dem letzteren hervor zu Tage ausgehen müsste, eine sehr mächtige Ueberlagerung von Buntsandstein jeden Aufschluss verhindert. Kohlenkalk, welcher sonst die untersten Schichten der Steinkohlenformation zu bilden pflegt, ist nirgends beobachtet worden, es scheint vielmehr, dass das Saarbrücker Kohlengebirge unmittelbar auf dem Devon liegt.

In der Mitte des Südostrandes der Ablagerung gehen die Schichten zu Tage aus, nach Nordosten und Norden dagegen sind sie concordant von Schichten der Dyasformation, nach Nordwesten, Westen und Südwesten aber discordant von solchen der Trias- und der Juraformation überlagert.

Bei dem Orte Stiringen, im westlichen Theile des Districtes, sind die bis zum Steinkohlengebirge durchteuften jüngeren Schichten schon 80 m mächtig. Diese Teufe wächst in dem Maasse, wie man nach Westen oder Südwesten fortschreitet.

Das Saarbrücker Becken ist eine der reichsten Ablagerungen, welche man kennt, sowohl was die Zahl als was die Mächtigkeit der Flötze anbetrifft. Die Zahl der aufgeschlossenen Flötze beträgt 120, die Mächtigkeit wechselt von 0,60 bis 3,50 m. Das Flötz „Blücher“ ist sogar stellenweise 4,50 m mächtig.

Das Saarbrücker Kohlengebirge stellt im Grossen und Ganzen einen einzigen Flügel dar, welcher gegen Nordwesten einfällt. Das Flötzfallen ist jedoch nicht überall gleich stark. Im Allgemeinen ist es am Südostrande steiler als nach Nordwesten hin, in welcher Richtung es von 30 bis 40 Grad nach und nach auf 12 bis 14 Grad herabsinkt.

Ebenso merklich nimmt das Einfallen auch nach der Teufe zu ab. Während z. B. auf der Grube Dudweiler das Einfallen am Ausgehenden 30 Grad beträgt, sind es in 600 m Teufe nur noch 10 Grad.

Die liegenderen Flötze des Beckens liefern Fettkohlen, die hangenden dagegen Flammkohlen.

123. Die Saarbrücker Kohle ist hart und sehr stückreich, besonders die von den hangenden Flötzen. Im Durchschnitt kann man annehmen, dass die Förderung aus $^2/_3$ Stückkohle und $^1/_3$ Gries besteht.

Der Gries wird zu einem grossen Theile in unmittelbarer Nähe der Gruben zur Kokefabrikation verbraucht, so dass*) fast nur Stückkohle und Förderkohle verschickt wird.

Alle Saarbrücker Kohlen enthalten Schwefelkies und Dolomit (Kalk-Magnesiacarbonat), welcher letztere ihnen ein charakteristisches weiss- oder braunmarmorirtes Aussehen giebt, je nachdem sie frisch gefördert sind oder einige Zeit der Luft ausgesetzt waren. Die Dolomitadern erreichen manchmal 2 mm Dicke.

Den beiden erwähnten Kohlenarten des Saarbrücker Beckens entsprechen zwei ganz verschiedene Flötzgruppen, welche durch ein flötzarmes Mittel von 530 bis 710 m Mächtigkeit von einander getrennt sind.

Die liegendere Gruppe enthält die Fettkohlen und besteht aus etwa 40 Flötzen von 0,40 bis 3,40 m reiner Kohle. Die Gesammtmächtigkeit in reiner Kohle beträgt 40 m, der Durchschnitt pro Flötz also gerade 1 m.

Die hangendere Gruppe führt die Flammkohlen und theilt sich in drei Unteretagen. Sie besteht aus etwa 30 Flötzen von 0,40 bis 2,77 m reiner Kohle. Die Gesammtmächtigkeit dieser Flötze in reiner Kohle kann zu 30 m angenommen werden, so dass hier der Durchschnitt pro Flötz ebenfalls 1 m beträgt**).

124. Die Gesteine des Saarbrücker Kohlengebirges sind Schiefer, Sandstein und Conglomerat. Auch findet sich feuerfester Thon und Sphärosiderit.

Der Thon bildet dünne Schichten zwischen den Ablösungen der Kohlenflötze oder auch selbständige Lager von 0,25 bis 0,80 m Mächtigkeit. Wenn dieser Thon (Thonstein) frei von Schwefelkies

*) Wenigstens von den Fettkohlengruben. L.

**) Diese Zahlen sind nach den neuesten Ermittelungen eingerückt. L.

ist, so ist er ein brauchbares feuerfestes Material. Dieser Fall ist jedoch selten.

Der Eisenstein kommt mehr in Nieren als in zusammenhängenden Bänken vor. Wenn letztere auftreten, bezeichnen sie meist die liegenderen Schichten des Gebirges. Sie geben nur zu ganz unbedeutender Gewinnung Anlass.

§. 6.

Das westfälische Kohlenbecken.

125. Das westfälische oder Ruhrkohlenbecken ist das reichste und ausgedehnteste des Continents.

Das Kohlengebirge ruht auf dem Devon. In seinem untersten Horizonte ist es kohlenleer und enthält von abbauwürdigen Mineralien nur einigen Sphärosiderit.

Im südlichen Theile des Beckens, längs dem Thale der Ruhr, geht das Kohlengebirge zu Tage aus. Die hier auftretenden Flötze — die untersten des ganzen Beckens — enthalten jedoch nur Magerkohle, und der Bergbaubetrieb, welcher naturgemäss von diesen Gegenden aus seinen Anfang nahm, blieb deshalb lange Zeit hindurch ohne grosse Bedeutung.

Gegen das Jahr 1850 indessen erkannte man, dass nicht nur die bereits bekannten Flötze unter die nach Norden sich darüber lagernden Schichten der Secundärperiode sich fortsetzen, sondern dass auch, weil das Einfallen dieser letzteren Schichten und ihre Auflagerungsfläche geringer ist, als das Einfallen der Kohlengebirgsschichten, unter dem Deckgebirge neue Flötze folgen, welche gar nicht zu Tage ausgehen und hangenderen Etagen des Kohlenbeckens angehören.

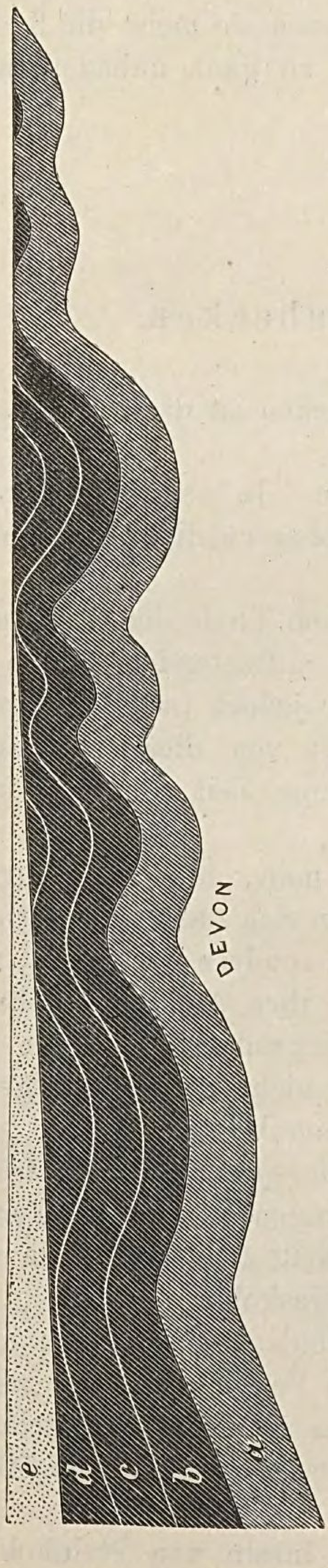
Die Kohlen dieser Flötze zeigten sich, entsprechend dem früher erwähnten allgemeinen Gesetze, nach dem Hangenden mehr und mehr an Gasgehalt zunehmend und durchlaufen Schritt für Schritt die verschiedenen Qualitäten bis zur bituminösesten Gaskohle.

Bis jetzt ist die nördliche Grenze des Kohlenbeckens noch nicht aufgefunden. Die nach Norden vorrückenden Versuchsarbeiten zeigen ein fortgesetztes Einsenken des Kohlengebirges unter das Deckgebirge, welches mit den jüngsten Bohrlöchern in einer Mächtigkeit von 500 m durchsunken wurde.

Es ist wahrscheinlich, dass die kleinen Inseln von Steinkohlengebirge, welche in der Nähe von Osnabrück, mehr als 100 km nordnordöstlich von Dortmund, aus dem jüngeren Gebirge hervortreten und zur Steinkohlengewinnung Anlass geben, das Ausgehende des Nordflügels des grossen Beckens darstellen.

Aufschlussarbeiten auf dem rechten Rheinufer haben gezeigt, dass das Kohlengebirge sich auch nach Westen viel weiter, als früher bekannt war, fortsetzt, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass es bis nach Holland hineinreicht und dass auf diese Weise das Becken von Westfalen mit denjenigen von Aachen und Belgien in Verbindung steht.

Fig. 38.



a. Flötzleeres Kohlengebirge. *b.* Magere Kohlen. *c.* Fettkohlen. *d.* Gaskohlen. *e.* Deckgebirge.

Man kann den Reichthum des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbeckens gegenwärtig als so gut wie unerschöpflich bezeichnen.

Die Anzahl derjenigen Flötze dieser Ablagerung, welche nach den dortigen Verhältnissen zu den „bauwürdigen" gehören, ist zu mindestens 70 mit ungefähr ebenso viel Meter Gesammtmächtigkeit anzunehmen.

126. Das westfälische Kohlengebirge bildet, wie das Querprofil, Fig. 38, zeigt, eine Reihe von Mulden und Sätteln. Hieraus erklärt sich die Thatsache, dass benachbarte Zechen oft ganz verschiedene Kohlenarten fördern. Während die eine auf einem Sattel von Magerkohlenflötzen baut, kann nicht weit davon eine andere in einer Fettkohlenmulde stehen.

Das Becken im Ganzen ist als eine riesige, jene einzelnen Mulden umfassende Hauptmulde zu betrachten, deren Schichten sich unter die Ablagerungen der Secundärperiode einsenken, um im Norden wieder anzusteigen und in der Gegend von Osnabrück, in mehr als 100 km Entfernung, abermals zu Tage zu treten.

127. Das Kohlengebirge ruht, wie oben gesagt, auf dem Devon auf. Es beginnt mit einer gänzlich flötzleeren Etage von 1300 bis 1400 m Mächtigkeit, welche aus grobkörnigen, grau gefärbten Sandsteinschichten besteht und daher „flötzleerer Sandstein" genannt wird.

Darüber folgen die kohlereichen Etagen. Im Grunde genommen ist es nur eine einzige, ungemein mächtige Gruppe. Ganz flötzleere

Zwischenmittel kommen nämlich nicht vor, und die Kohlenarten gehen vom Liegenden zum Hangenden, von der ganz mageren zur Gaskohle unmerklich in einander über, so dass die auf die Verschiedenheit des Gasgehalts sich gründende Etagenbildung ziemlich willkürlich ist.

Die ganze Schichtenfolge des Beckens hat eine Mächtigkeit von ungefähr 2500 m und enthält 120 bis 130 Kohlenflötze, mithin durchschnittlich 1 Flötz auf je 20 m.

Die Gesammtmächtigkeit der Kohle dieser Flötze beträgt ungefähr 88 m.

Diese Flötzreihe wird in folgende drei Etagen eingetheilt.

Liegende Partie:	Magere Kohlen.
Mittlere Partie:	Fettkohlen.
Hangende Partie:	Gaskohlen.

Die liegende Etage umfasst eine Schichtenfolge von 700 bis 1000 m Mächtigkeit mit 14 bis 16 m reiner Kohle. Die durchschnittliche Mächtigkeit der bauwürdigen Flötze beträgt 0,90 bis 1 m.

Die mittlere Etage ist 600 bis 700 m mächtig, enthält 30 bis 35 m reine Kohle, wovon 25 bis 30 m auf 23 bauwürdige Flötze vertheilt sind. Diese Flötze haben also im Durchschnitt 1,20 m Kohle und folgen einander in Zwischenräumen von durchschnittlich 27 m.

Die hangende Etage, deren obere Grenze mit den Aufschlüssen noch nicht erreicht ist, hat mindestens 1000 m Mächtigkeit. Sie enthält über 60 Flötze und Flötzchen mit insgesammt etwa 40 m Kohle, wovon 30 m auf ebenso viele bauwürdige Flötze vertheilt sind.

128. Die Flötze des westfälischen Beckens sind im Vergleich zu denen Belgiens regelmässig gelagert und in ihren Profilen verhältnissmässig constant. Innerhalb der einzelnen Grubenfelder bewahren sie wenigstens in der Regel eine gleichmässige Mächtigkeit. Hangendes und Liegendes sind im Allgemeinen gut, wenigstens nicht bröckelig, so dass die Zimmerung in den Abbaufeldern eine verhältnissmässig einfache ist.

Die Mulden und Sättel wechseln in querschlägiger Richtung mit bemerkenswerther Regelmässigkeit. Auch die Sattel- und Muldenlinien zeigen einen auf- und absteigenden Verlauf. In Folge dessen kommen sowohl elliptische, ringsumlaufende Mulden und Sättel, deren grosse Axe in der Richtung des Generalstreichens liegt, wie auch *S*förmige Specialstreichen vor.

Den Mulden- und noch mehr den Sattellinien folgen nicht selten streichende Zerreissungsspalten, auf denen das hangende Gebirgsstück heraufgeschoben ist. Diese Ueberschiebungen fallen meistens nach Süden ein. In ihrer Nähe beobachtet man häufig auch Verdrückungen oder Stauungen der Flötze.

Die Verwerfungen, bei denen der hangende Theil herabgerutscht erscheint, haben meistens ein mehr oder weniger querschlägiges Streichen. Als Ausnahmen kommen dabei Verwurfshöhen von 500 m vor. Im Grossen und Ganzen ist das westfälische Steinkohlenbecken zu den regelmässig gelagerten zu rechnen.

129. Die Grubengasführung der Flötze wechselt von Null bis zu hohen Graden. Sie ist im Allgemeinen sehr schwach in der Magerkohlenpartie und am stärksten auf gewissen Fettkohlenflötzen.

130. Die Schichten des westfälischen Steinkohlengebirges bestehen der Hauptsache nach aus Thonschiefer, Sandschiefer und groben Sandsteinen. Unter den thonigen Schiefern finden sich auch Schieferthone und Brandschiefer (Kohlenschiefer). Im Allgemeinen sind die Schichten nicht sehr hart und lassen die Grubenbaue ziemlich schnell vorrücken.

Einige Kohlenflötze enthalten plastische Thonmittel, welche zur Fabrikation feuerfester Steine gewonnen werden. Auch kommen, zumal in der liegenden Partie, einige gewinnenswerthe Kohleneisensteinflötze vor.

131. Das Deckgebirge, welches die Kohlenformation im Norden überlagert, besteht hauptsächlich aus Mergeln der Kreideformation. Seine unterste Schicht, welche also unmittelbar auf dem Kohlengebirge aufruht, ist der sogenannte Essener Grünsand. Derselbe bildet ein compactes, wassertragendes Lager, welches die Wasser der Mergelschichten von dem Steinkohlengebirge abhält. Er entspricht der belgischen Tourtia.

Die Mergelschichten sind zerklüftet und mit Tagewassern getränkt.

Da die wassertragende Grünsandschicht nicht sehr mächtig ist, so schreibt die Bergbehörde vor, dass unter dem Deckgebirge ein Sicherheitspfeiler von 20 m Dicke unverritzt stehen zu lassen ist. Es erscheint fraglich, ob diese Dicke genügt*), zumal da in Westfalen allgemein ohne Bergeversatz abgebaut wird.

*) Diese Bemerkung dürfte sich nur auf die ökonomische Seite der Frage beziehen. L.

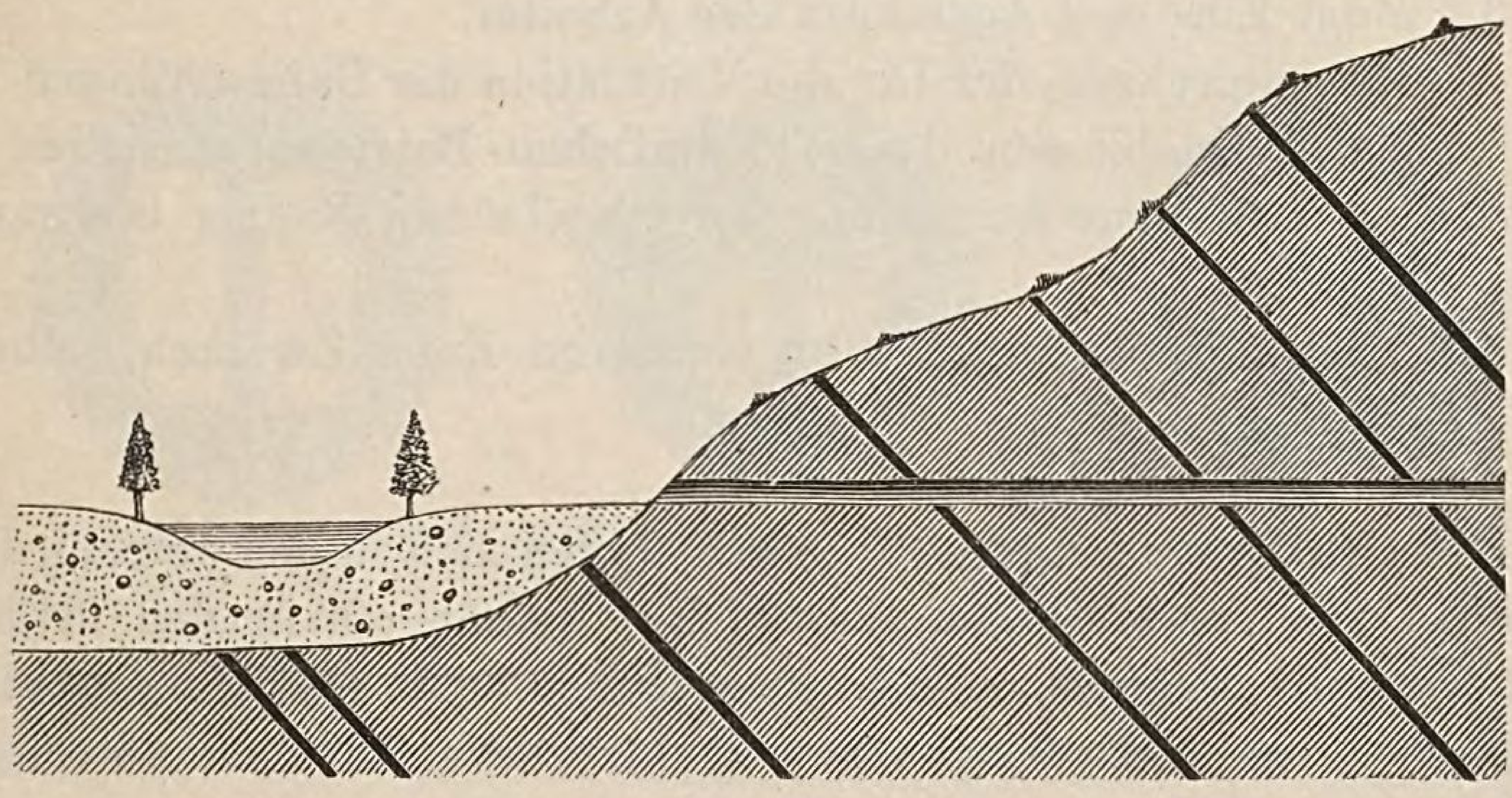
Drittes Capitel.

Das Abteufen der Schächte im Kohlengebirge.

132. Um ein Grubenfeld auszubeuten, d. h. um die verschiedenen darin enthaltenen Kohlenflötze abzubauen, muss man die letzteren zunächst durch Schächte und Strecken aufschliessen („ausrichten“).

Wenn die Flötze im Abhange eines Berges liegen, so können sie durch eine einfache, von der Thalsohle herangetriebene Strecke ausgerichtet werden. Diese Strecke dient zugleich zur Abführung der Wasser und heisst Stollen (Fig. 39).

Fig. 39.



Dieser Fall wird indessen von Tag zu Tag seltener und bildet gegenwärtig nur noch eine Ausnahme.

Im Allgemeinen geht die Ausrichtung folgendermaassen vor sich:

Man bringt einen oder mehrere Schächte bis zu der Teufe nieder, wo man die erste Abbausohle ansetzen will. Oertliche Rücksichten, zuweilen auch Polizeibestimmungen kommen bei der Festsetzung dieses

Niveaus in Betracht. Unter bewohnten Orten wird man gut thun, wenigstens 100 m zwischen der Oberfläche und den obersten Grubenbauen unverritzt zu lassen, um die Gebäude nicht zu Bruch zu bauen. Wo derartige Schäden nicht zu befürchten sind, kann man den Abbau schon bei geringeren Teufen beginnen.

Nachdem das Niveau der obersten (und zugleich ersten) Abbausohle durch derartige Ueberlegungen bestimmt ist, bringt man die Schächte bis zu dieser Teufe nieder. Aus den Schächten werden darauf Querschläge angesetzt, mit welchen die verschiedenen Flötze quer durchfahren werden. Während diese Strecken in vollem Betriebe sind, wird das Abteufen der Schächte um 30, 40 oder 50 m fortgesetzt, damit eine neue, vollständig vorgerichtete Sohle vorhanden ist, wenn der Abbau der ersten sein Ende erreicht hat, und so fort bei den nächstfolgenden Sohlen.

§. 1.

Allgemeines über die Schächte.

133. Ein Schacht kann zu folgenden Zwecken dienen:

1. Zur Förderung der Kohlen und eventuell auch der in der Grube nicht unterzubringenden Berge.

2. Zur Herausschaffung des in den Grubenbauen sich ansammelnden Wassers.

3. Zum Ein- und Ausfahren der Arbeiter.

4. Zum Durchzug der für die Ventilation der Baue nöthigen Luft.

5. Zum Hinablassen der erforderlichen Betriebsmaterialien und eventuell auch der zur Ausfüllung der abgebauten Räume bestimmten Versatzmassen.

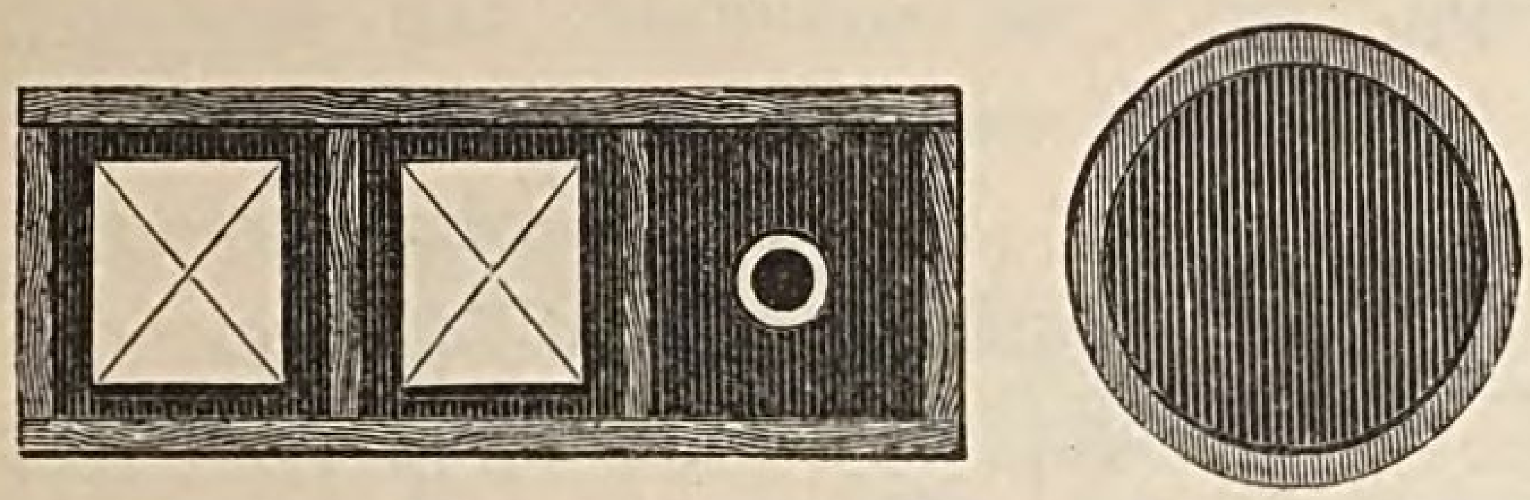
Ein einziger Schacht kann zu mehreren dieser Zwecken, selbst zu allen gleichzeitig dienen.

134. In dieser letzteren Hinsicht finden sich in den verschiedenen Gegenden sehr verschiedene Gebräuche, welche oft in den örtlichen Verhältnissen begründet sind und von denen dann schwer abzuweichen ist. Nachstehend seien einige Beispiele für die verschiedene Ausnutzung der Schächte gegeben:

Im Lütticher Becken besass jede Grubenanlage ursprünglich nur zwei Schächte, von denen der eine *(bure d'extraction)* rechteckig und mit Holzausbau versehen war und zur Förderung, Wasserhaltung und Fahrung benutzt wurde, der andere *(bure d'air)* runden Querschnitt hatte und nur als ausziehender Wetterschacht diente (Fig. 40). Einige wählen dieses System noch jetzt, bei neuen Anlagen; der Förder-

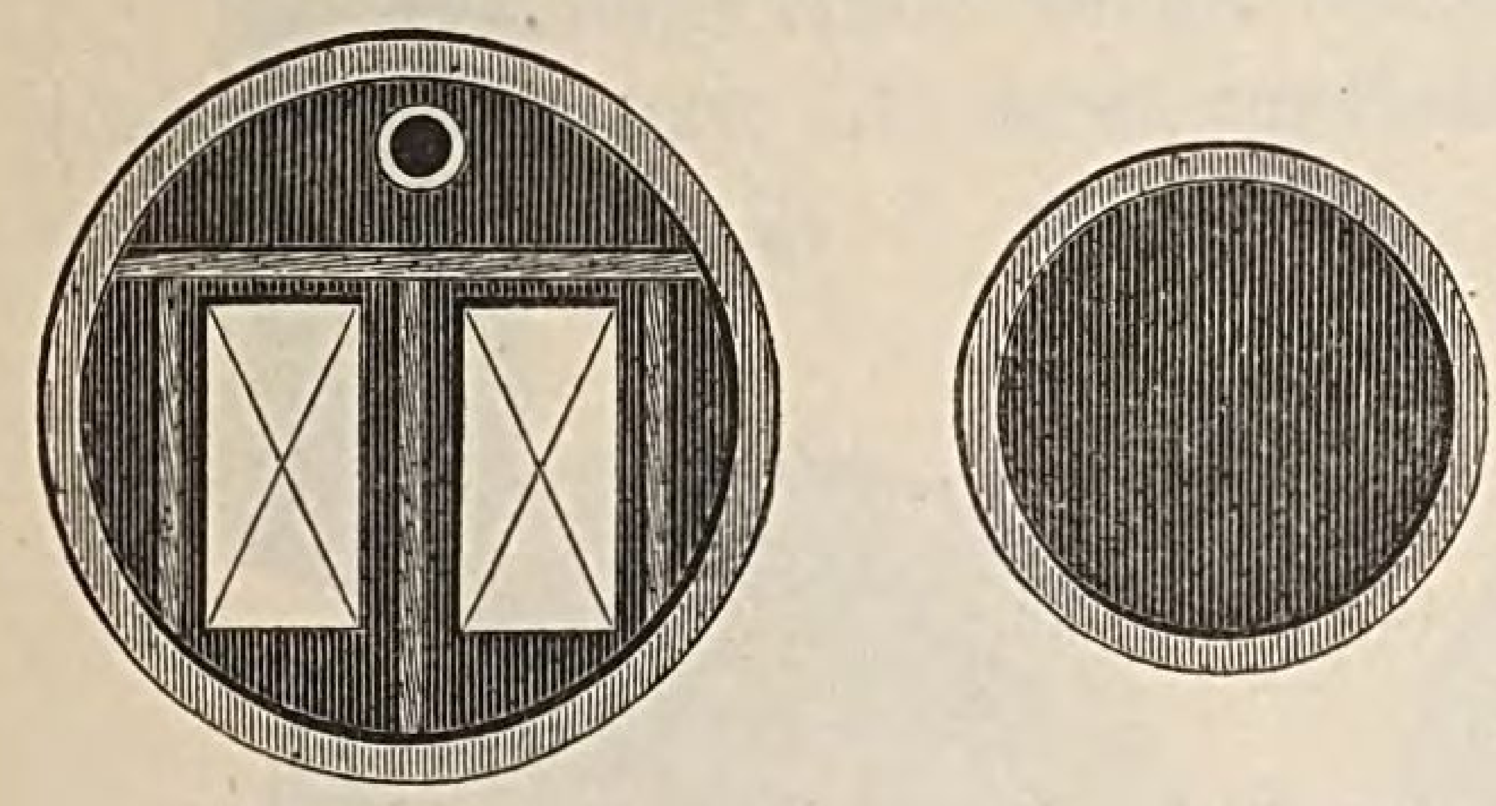
schacht erhält dann aber runden Querschnitt und grosse Dimensionen und wird ausgemauert. Er wird in zwei Abtheilungen getheilt, von denen die eine zur Förderung, die andere zur Wasserhaltung dient (Fig. 41).

Fig. 40.



Andere Bergwerksbetreiber dagegen verlassen dieses System und verlegen die Wasserhaltung in einen besonderen Schacht, von dessen zwei Abtheilungen die eine die Pumpen- und die andere eine doppeltrümige Fördereinrichtung zum Ein- und Ausfahren der Arbeiter, zum Einhängen der Hölzer, zur Bergeförderung und zur aushülfsweisen Kohlenförderung erhält.

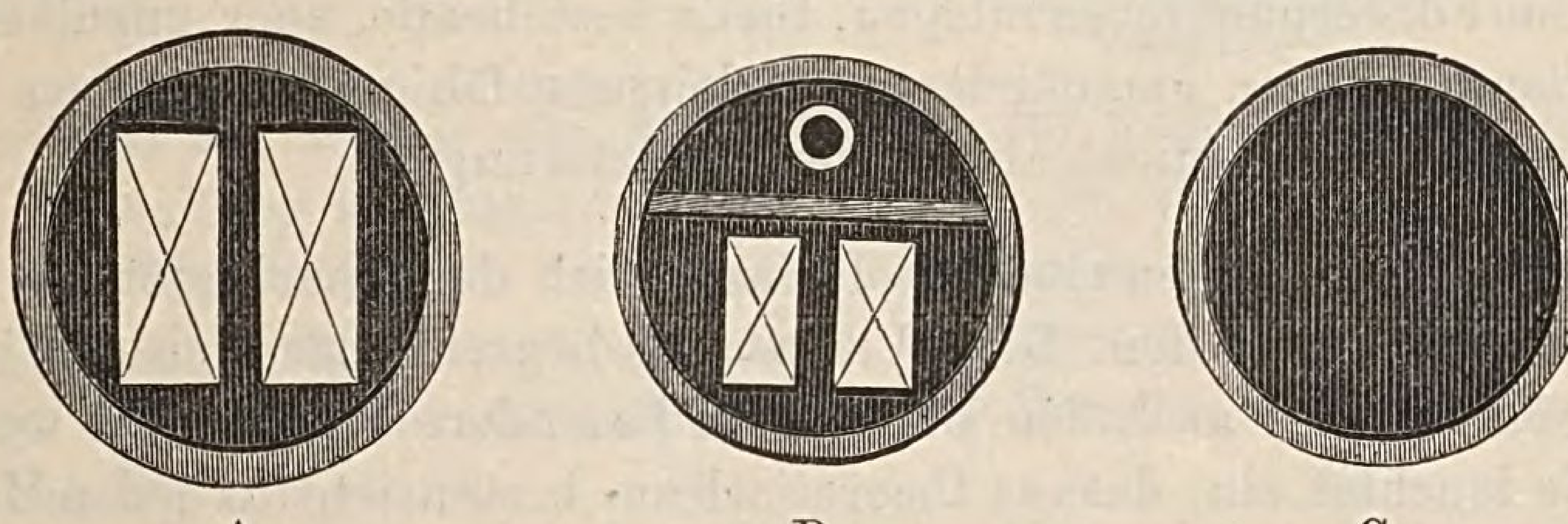
Fig. 41.



Diese sehr vortheilhafte Anordnung erfordert somit drei Schächte: der eine (A) dient ausschliesslich zur Förderung, ein zweiter (B) dient zur Wasserhaltung, zur Seilfahrt, zu Nebenzwecken und nöthigenfalls zur Förderung, ein dritter (C) zum Ausziehen der verbrauchten Wetter (Fig. 42).

Im belgischen District Borinage findet man vielfach drei Schächte, von denen der eine *(fosse d'extraction)* zur Kohlenförderung, der zweite

Fig. 42.



A. B. C.

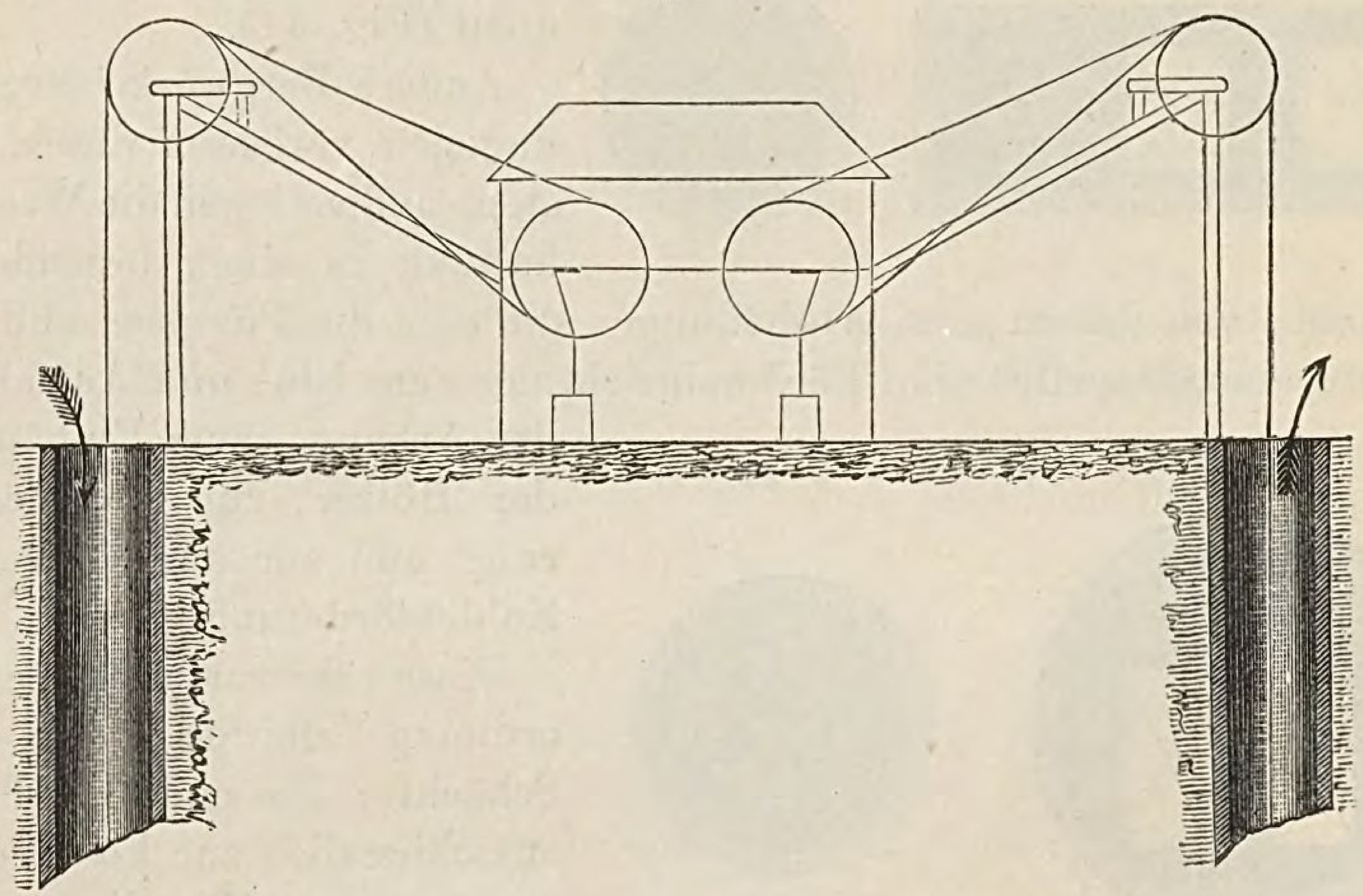
(puits des echelles) zur Fahrung und gleichzeitig zum Ausziehen der Wetter und der dritte *(puits des pompes)* zur Wasserhaltung dient.

In England umfassen die neuesten Anlagen zwei grosse Schächte von gleichem Durchmesser, welche beide zur Förderung dienen. Die Wetter fallen durch den einen Schacht ein und ziehen durch den anderen aus (Fig. 43, a. f. S.). Wenn Pumpen erforderlich sind, was selten ist, so stellt man dieselben in einen besonderen Schacht.

Bei Saint-Etienne hat man einen „*puits à charbon*“ für die Förderung und den einziehenden Wetterstrom und einen „*puits à remblais*“

zum Einhängen der zur Ausfüllung der ausgewonnenen Räume bestimmten Berge, oft auch noch eine einfallende Strecke *(fendue)* zur Fahrung und für den ausziehenden Wetterstrom.

Fig. 43.



135. Die Frage nach dem zu wählenden Schachtsysteme ist von grosser Bedeutung und kommt häufiger vor, als man wohl annehmen möchte. Sowohl die Fortschritte der Bergtechnik in Bezug auf das Durchteufen mächtiger Deckgebirge, als auch die fortwährende Steigerung der Production in Verbindung mit der wachsenden Teufe führen nämlich dazu, theils neue Kohlenlager in Angriff zu nehmen und neue Förderpunkte anzulegen, theils bestehende, aber unzulänglich gewordene Anlagen umzuändern und leistungsfähiger zu machen.

Jene Frage verdient also nähere Erörterung.

136. Eine allgemeine Regel hinsichtlich des Schachtsystems kann nicht aufgestellt werden. Diese Frage muss begreiflicher Weise in jedem einzelnen Falle je nach den Umständen besonders beantwortet werden.

Es leuchtet ein, dass es theoretisch am besten ist, für jeden Hauptzweck einen besonderen Schacht zu haben. Jeder Betriebszweig wird dann am denkbar vortheilhaftesten functioniren, da weder bei der Neuanlage, noch beim Betriebe der eine auf den anderen Rücksicht zu nehmen braucht.

Dies ist also die Grundregel, welche zum Ausgangspunkte zu nehmen ist. Ihre Anwendung ist nun aber nicht immer rationell und man muss in den meisten Fällen von derselben absehen, indem man nachstehenden Erwägungen Rechnung trägt.

137. 1. Grössere oder geringere Schwierigkeit des Schachtabteufens. — Wenn das zu durchteufende Gebirge so

beschaffen ist und die erforderliche Teufe so gering ist, dass die Abteufarbeit leicht ist und die Kosten gering sind, so steht nichts im Wege, für jeden Zweck einen besonderen Schacht anzulegen. Wenn dagegen das Abteufen in Folge mächtigen Deckgebirges, grosser Wasserzuflüsse, Auftretens fliessenden Sandes oder dergleichen grosse Schwierigkeiten darbietet, wenn also das Abteufen sehr kostspielig ist oder sein Gelingen vom Zufall abhängt, so muss natürlich die Zahl der Schächte möglicht beschränkt werden.

So begnügt man sich z. B. im Pas-de-Calais, wo das Kohlengebirge von mächtigen wassergetränkten Schichten überdeckt ist, in Folge der Schwierigkeit des Abteufens oft mit einem einzigen Schachte, welcher in die nöthige Anzahl von Trummen getheilt wird.

Fig. 44 zeigt einen solchen Schacht, der in drei Abtheilungen getheilt ist: die erste (*A*) dient zur Kohlenförderung, die zweite (*B*) zum

Fig. 44.

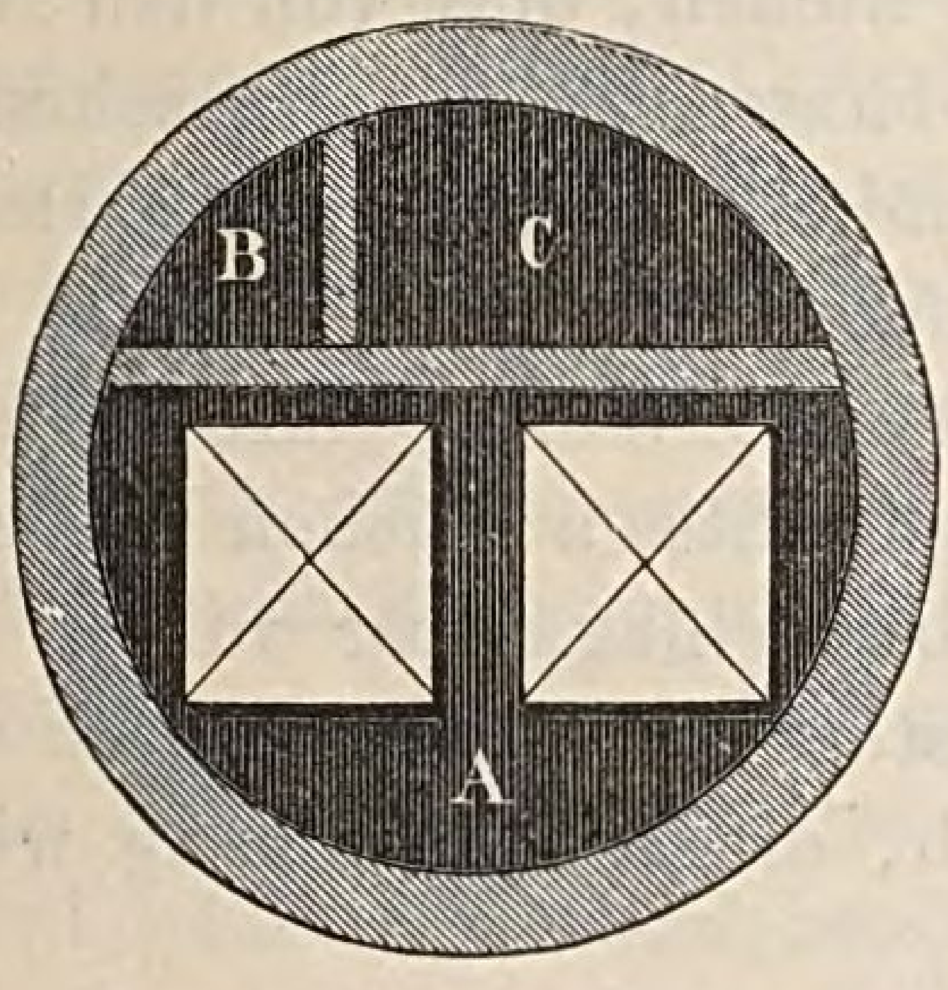
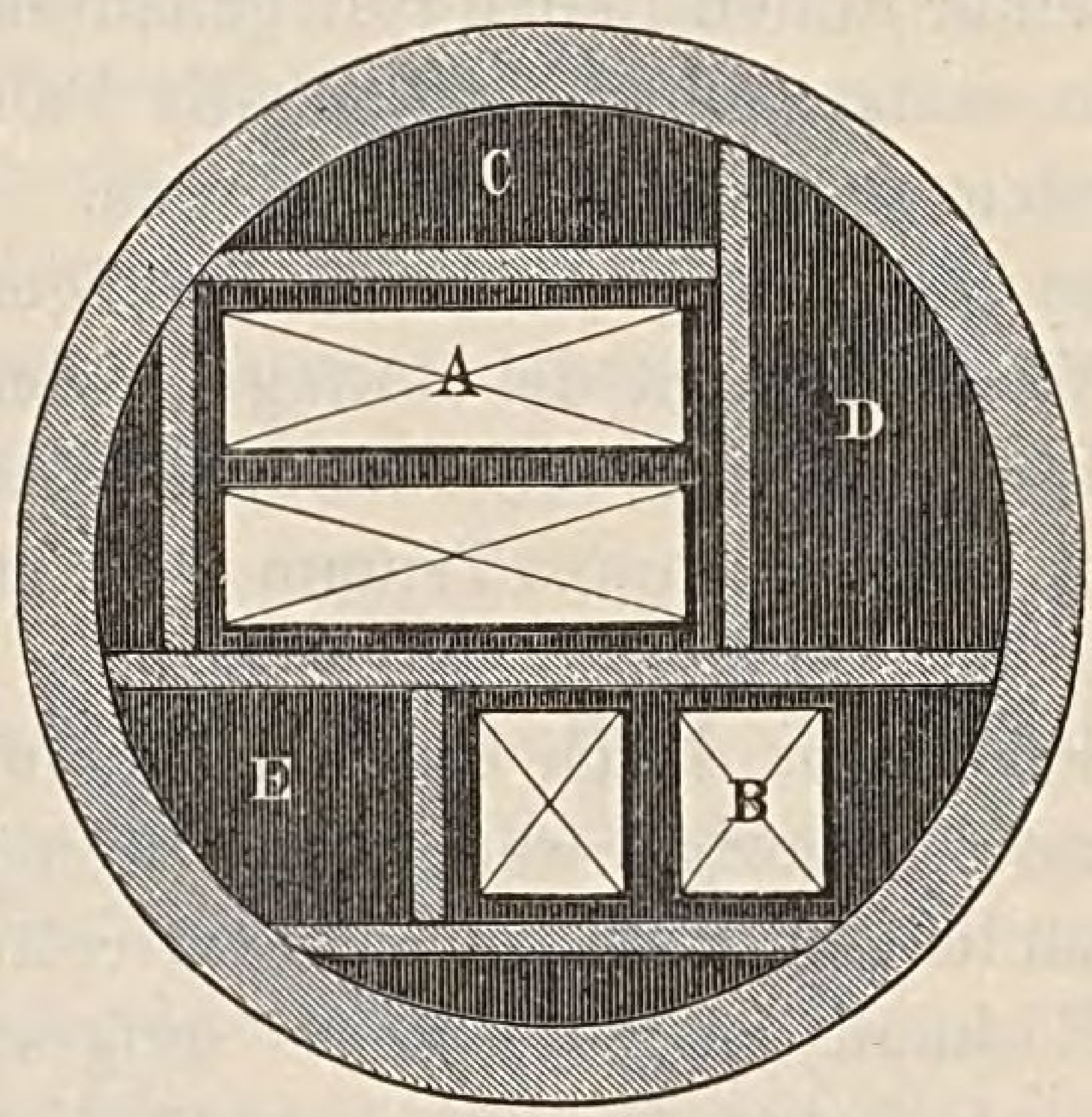


Fig. 45.



Ausziehen der Wetter und die dritte (*C*) zur Wasserhaltung. Die letztere Abtheilung ist ausserdem mit Fahrten für die Arbeiter versehen.

In Westfalen, wo im nördlichen Theile des Kohlenbeckens die nämlichen Umstände vorliegen, teuft man grosse Schächte ab und vereinigt in denselben ebenfalls sämmtliche Zwecke, indem man sie in Abtheilungen theilt *).

*) Das Oberbergamt zu Dortmund hat durch Polizeiverordnung vom 1. October 1881 für seinen Bezirk bestimmt:

§. 1. Jedes im Betrieb befindliche Bergwerk muss mindestens mit zwei von einander getrennten, fahrbaren Ausgängen nach der Erdoberfläche (Schächten, Stollen, Tagesstrecken) versehen sein. Diese Ausgänge müssen auf ihre ganze Erstreckung mindestens 30 m von einander entfernt die Oberfläche erreichen, dürfen nicht in ein und demselben Gebäude zu Tage ausgehen und müssen von allen Betriebspunkten des Grubengebäudes jeder Zeit erreichbar sein.

§. 2. Die Gestattung von Ausnahmen und die Festsetzung der Bedingungen ist von der ausdrücklichen Genehmigung des Oberbergamts in jedem einzelnen Falle abhängig. L.

Fig. 45 (a. v. S.) giebt ein Beispiel dieser Anordnung, bei welchem sich in einem runden Schachte von 5 m Durchmesser vereinigt finden:

a. Die Förderung in *A*.
b. Die Seilfahrt und das Einhängen des Holzes in *B*.
c. Fahrten zur Reserve in *C*.
d. Der ausziehende Wetterstrom in *D*.
e. Die Wasserhaltung in *E*.

138. 2. Gewisse Zwecke dürfen unter Umständen nicht in einem Schachte vereinigt werden. — Die Sitte, in dem zum Ausziehen der Wetter dienenden Schachttrumm zugleich die Fahrten zur Fahrung der Arbeiter zu placiren, ist unzulässig, wenn die Grube mit Schlagwettern behaftet ist, und zwar einerseits, weil es gefährlich ist, eine grosse Zahl von Menschen in einer der Explosionsgefahr ausgesetzten Atmosphäre sich bewegen zu lassen, und andererseits, weil nach einer in den Bauen stattgehabten Grubengasexplosion die Arbeiter, welche stets schleunigst auf die Fahrten fliehen, dort von den Nachschwaden erstickt werden können. Auf letztere Weise ist schon oft grosses Unglück geschehen. Uebrigens behindern auch die Fahrten in dem Wetterschacht die Bewegung der Luft.

Die ebenfalls vorkommende Methode, die Wetter durch ein besonderes, abgetrenntes Trumm des Förderschachtes ausziehen zu lassen, ist ebenfalls verwerflich, wenn die Grube Schlagwetter führt. Der Scheider kann durch eine Explosion zerstört werden und es ist dann äusserst schwierig, wenn nicht unmöglich, die Wetterführung wieder herzustellen und die Arbeiter zu retten.

Es kann daher als Regel aufgestellt werden, dass es bei schlagwetterbehafteten Gruben unerlässlich ist, einen ausschliesslich zum Ausziehen der verbrauchten Wetter dienenden oder wenigstens einen von dem einziehenden Schachte unabhängigen und nicht zur Fahrung dienenden Wetterschacht zu haben. Es wird sich weiter unten Gelegenheit bieten (142.), diesen Gegenstand näher zu erörtern.

Die vorstehenden Rücksichten fallen weg, wenn die Grube kein oder nur wenig Grubengas führt. Es können dann ohne Nachtheil der ausziehende Wetterstrom und die Fahrten oder der ausziehende Wetterstrom und die Förderung in einen und denselben Schacht verlegt werden.

Wir haben gesehen, dass häufig auch Förderung und Wasserhaltung in einem Schachte vereinigt wurden. Auch dies kann Unzuträglichkeiten bedingen, welche es empfehlenswerth machen, die beiden Zwecke, falls nicht besondere Hindernisse entgegenstehen, in getrennten Schächten zu verfolgen. Theile der Pumpen können brechen oder sich loslösen und die Förderkörbe oder den Förderschacht

beschädigen. Umgekehrt kann das Förderseil reissen oder bei der Förderung auf sonstige Weise ein Sturz vorkommen und dadurch an den Pumpen Schaden angerichtet werden. Endlich kann bei wichtigen Reparaturen an der Wasserhaltung die Förderung eine Unterbrechung erleiden müssen.

139. Die verhältnissmässige Wichtigkeit der einzelnen Zwecke kann ebenfalls bei Bestimmung der Anzahl der abzuteufenden Schächte in Betracht kommen.

Wenn zum Beispiel die Wasserzuflüsse sehr gering sind, die erforderliche Pumpe nur klein ist, so kann dieselbe ohne besonderen Nachtheil in einer Ecke des Förderschachtes aufgestellt werden. In diesem Falle würde sogar der Aufwand für die Herstellung eines besonderen Wasserhaltungsschachtes gar nicht zu rechtfertigen sein.

Sind dagegen die Wasserzuflüsse so bedeutend, dass sie zu ihrer Bewältigung starke Maschinen, weite Pumpen und Steigrohre u. s. w. erfordern, so wird ein besonderer Wasserhaltungsschacht nothwendig, weil dann ausser für die Unterbringung des ganzen Pumpenapparates, der Steigrohre, Gestänge, Wasserkästen u. s. w. auch für hinreichenden Raum und für die nothwendigen Maschinen zum Bewegen aller dieser Theile im Falle einer Reparatur oder einer Verlängerung der Pumpenanlage gesorgt werden muss.

Analoge Erwägungen ergeben sich bei der Wetterführung. In wenig ausgedehnten und schlagwetterfreien Gruben kann ein einfaches Rohr aus Holz oder Blech, das in einer Ecke des Wetterschachtes placirt wird, für den ausziehenden Wetterstrom genügen; auch kann dieser letztere durch ein mittelst Scheiders abgetrenntes Trumm des Förderschachtes geführt werden. Wo hingegen schlagende Wetter sich reichlich entwickeln und wo die Grubenbaue eine grosse Ausdehnung erhalten sollen, da müssen die ausziehenden Wetter unbedingt durch einen von dem einziehenden ganz unabhängigen Schacht geführt werden.

Als letztes Beispiel mag noch die Fahrung der Arbeiter erwähnt werden. Dieselbe kann bei gewöhnlichen Teufen und nicht sehr starker Belegschaft ohne den geringsten Nachtheil mit Hülfe der zur Kohlenförderung dienenden Maschinen bewerkstelligt werden. Bei Teufen von über 500 bis 600 m hingegen und bei hoher, eine starke Belegschaft erfordernder Production ist es durchaus unumgänglich, die Fahrung in einen von der Förderung ganz unabhängigen Schacht zu verlegen. Beispielsweise würde das Hinabbefördern von 1000 Mann in 800 m Teufe, wenn hierzu die Förderkörbe des einzigen Förderschachtes benutzt würden, einen Zeitaufwand bedingen, welcher mit der zu leistenden Production unvereinbar wäre.

140. Aus Vorstehendem ergiebt sich, dass die Schachtfrage zu ihrer Lösung eine sorgfältige Abwägung aller gegebenen Bedingungen und der beabsichtigten Resultate erfordert. Hierbei ist auch die Zukunft des Unternehmens in Rechnung zu ziehen. Man soll nicht in Folge übel angebrachter Sparsamkeit dem Betriebe bei seiner Eröffnung schon die Ausdehnungsfähigkeit benehmen. Ebenso wenig aber darf man in den umgekehrten Fehler verfallen und unnützer Weise Geldsummen aufwenden, deren Zinsen und Amortisation eine dauernde, drückende Last für das Unternehmen bilden.

Obige Betrachtungen werden geeignet sein, in jedem einzelnen Falle den richtigen Mittelweg auffinden zu lassen.

141. Auf alle Fälle muss gegenwärtig als Regel angenommen werden, dass jede grössere Grube mit der Oberfläche durch mindestens zwei, durch anstehendes Gebirge von einander getrennte Schächte in Verbindung stehen muss.

Die schreckliche Katastrophe, welche sich im Jahre 1862 auf der englischen Kohlengrube Hartley ereignete, ist noch in Erinnerung. Der Balancier der Wasserhaltungsmaschine war gebrochen und die eine Hälfte dieses riesigen Gussstückes stürzte in den einzigen der Grube zur Verfügung stehenden Schacht. In Folge der Zerstörungen, welche hierdurch in dem Schachte angerichtet wurden, ging derselbe vollständig zusammen und die 204 Arbeiter, welche in der Grube waren, fanden einen schauderhaften Tod.

Dieser sowie mehrere ähnliche Unglücksfälle regten die öffentliche Meinung auf und in dem englischen Bergwerksgesetze von 1872 ist vorgeschrieben, dass jede Grube mit der Oberfläche durch zwei Schächte oder wenigstens zwei Ausgänge verbunden sein muss, welche zwischen sich mindestens 3 m anstehendes Gebirge lassen, in der Teufe mit einander in fahrbarer Weise communiciren und selbst mit Vorkehrungen zur Fahrung versehen sind. Die Gerichtsbehörden können die Arbeit in jedem Bergwerke, auf welchem diese Vorschrift nicht befolgt ist, verbieten *).

Wenn ein Grubenfeld mit Hülfe mehrerer Schachtanlagen ausgebeutet wird, so kann unter gewissen Umständen die Herstellung zweier Schächte für jede dieser Anlagen unterbleiben; dann muss aber Sorge getragen werden, dass die verschiedenen Schachtanlagen oder Grubenabtheilungen unter einander durch gut unterhaltene und leicht zugängliche Strecken in Verbindung stehen. Kurz, bei der hier vorliegenden Frage ist mit Strenge der Gedanke festzuhalten, dass die Arbeiter, im Falle der eine Schacht von einem Unfalle betroffen wird, einen anderen Ausgang zur Tagesoberfläche zur Verfügung haben müssen; die Un-

*) Vergl. die Anmerkung bei 137.

fälle, welche hier in Betracht kommen, sind sehr zahlreich und können im Zubruchegehen des Schachtausbaues, Hinabfallen eines Förderkorbes, Seilbruch, Brüchen an der Fördermaschine, Bruch der Schachtleitungen, der Seilscheiben oder eines Cüvelagestückes, endlich auch in Brand der Gebäude an der Schachthängebank und dergleichen bestehen.

142. Bevor dieses Capitel geschlossen wird, ist noch eine Disposition zu erwähnen, welche in England heimisch ist und auch auf dem Continent in dem Maasse Eingang findet, als die wachsende Tiefe der Gruben die Höhe der Förderung der einzelnen Schächte zu beeinträchtigen beginnt. Die fragliche Disposition besteht darin, dass der Wetterschacht zur Förderung mit benutzt und so der Hauptförderschacht unterstützt wird. Die Anlage besitzt dann zwei Förderschächte, von denen der eine die Wetter ein-, der andere dieselben ausziehen lässt, wie dies in England der Fall zu sein pflegt.

Auf den ersten Blick scheint diese Idee eine verfehlte zu sein, sie weicht in der That von den gebräuchlichen Regeln ab. Bei näherer Betrachtung stellt sie sich jedoch als äusserst rationell heraus und lässt statt Uebelstände und Gefahren nur Vortheile und erhöhte Sicherheit erkennen.

Eben der Gedanke nämlich, die Wetterschächte zur Förderung zu benutzen, führt unmittelbar dazu, dieselben nicht mehr, wie dies jetzt noch theilweise der Fall ist, enge, winkelig, in verschiedenen Absätzen herzustellen, sondern dieselben gerade und weit zu machen und dadurch, wie wir später sehen werden, gleichzeitig für die Wetterführung einen grossen Vortheil zu gewinnen. Statt die Wetterschächte zu verzimmern oder ganz ohne Ausbau zu lassen, ist man ferner genöthigt, sie auszumauern. Man ist in der Lage, sie beliebig oft zu revidiren — was sonst schwierig ist — und sie in besserem Zustande zu erhalten. Wenn am Hauptförderschachte sich ein Unfall ereignet, so finden die Arbeiter unmittelbare und sichere Rettung in der Födereinrichtung des Wetterschachtes. Endlich erlaubt diese Methode, ohne grosse Kosten die Production einer Schachtanlage zu verdoppeln und darin eine Regelmässigkeit zu erzielen, welche bei einem einzigen Schachte nicht möglich wäre. Nachtheile sind bei dieser Methode kaum zu entdecken; die Disposition kann immer so getroffen werden, dass weder die Anschläger am Füllort, noch die Abzieher an der Hängebank dem Strome der verbrauchten Wetter ausgesetzt sind. Diese Dispositionen werden in dem Capitel über die Wetterführung specieller erörtert werden.

§. 2.

Form und Dimensionen der Schächte.

143. Form und Dimensionen der Schächte sind sehr verschieden je nach deren Wichtigkeit und dem Zweck, für welchen sie bestimmt sind.

144. 1. Formen. — Der Querschnitt eines Schachtes (Schachtscheibe) kann quadratisch, rechteckig mit geraden oder bogenförmigen Seiten, polygonal, oval oder rund sein.

Die quadratischen oder rechteckigen Formen sind die vortheilhaftesten, wenn man nur die möglichst vollständige Ausnutzung der Schachtscheibe ins Auge fasst. Jene Formen sind jedoch wenig standhaft und daher nur bei kleinen Dimensionen oder bei festem und druckfreiem Gebirge anwendbar.

Bei schlechterem Gebirge muss man sich der runden Form nähern, also entweder die rechteckige mit bogenförmigen Seiten oder die ovale Form wählen.

Wenn endlich das Gebirge sehr druckhaft ist, so kann nur die runde Form genommen werden.

Die Kreisform hat zwar den Nachtheil, dass der Querschnitt mangelhaft ausgenutzt wird, aber schliesslich ist eine zu strenge Sparsamkeit in Bezug auf den Schachtquerschnitt auch gar nicht empfehlenswerth, oftmals kommt später ein Theil des Schachtquerschnittes für neue Zwecke zu Statten, den man anfangs als verloren ansah.

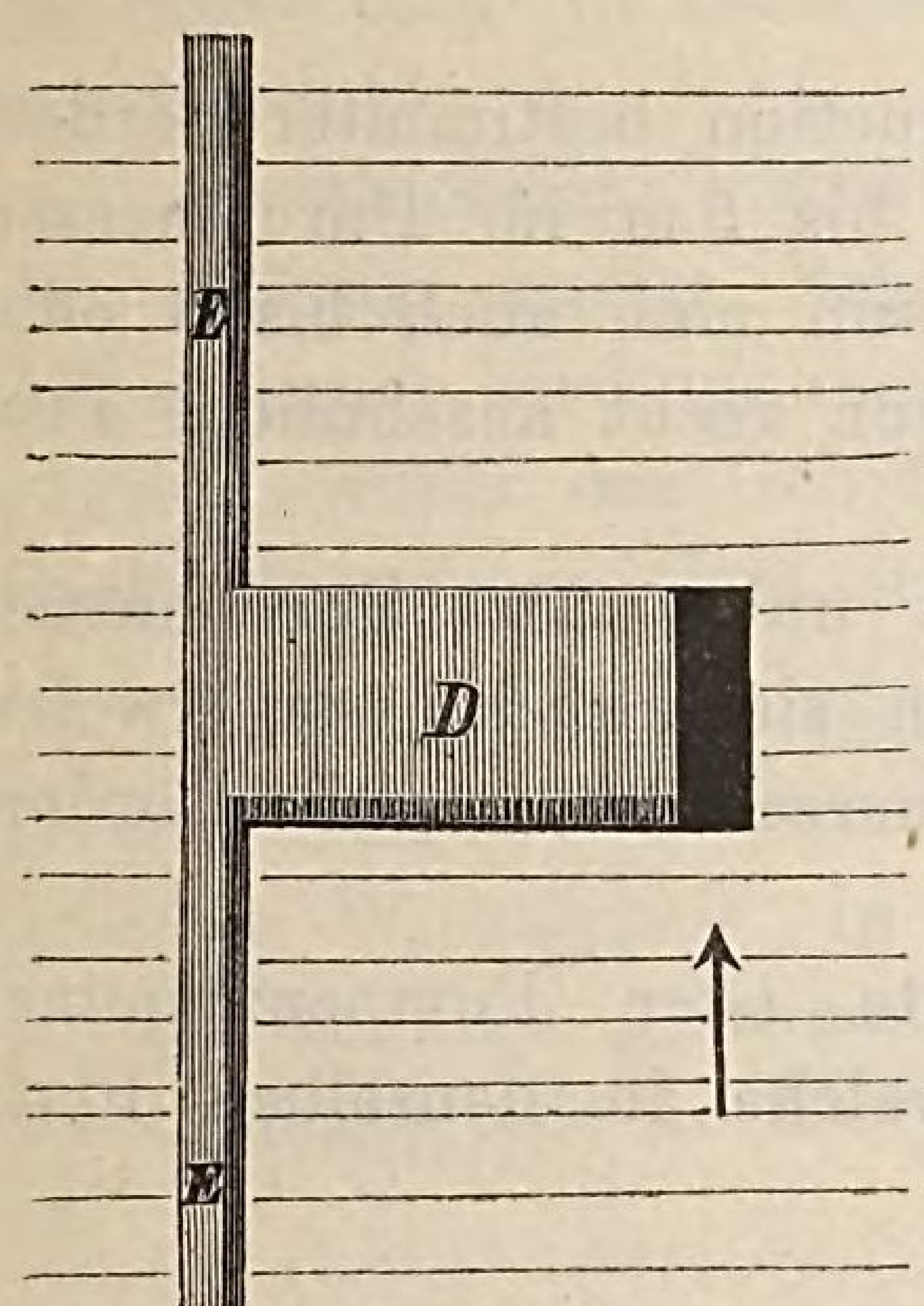
Um ein Beispiel anzuführen, so beginnt die Anwendung mechanischer Hülfsmittel im Inneren der Gruben sich mehr und mehr zu verbreiten. Maschinenkraft wird über Tage erzeugt und durch Kabel, Gestänge oder Rohrleitungen in die Tiefe geführt. Wenn für diese Zwecke kein Platz mehr in dem Schachte übrig ist, so muss von der betreffenden Verbesserung abgesehen oder mit grossen Kosten ein neuer Schacht abgeteuft werden.

Man soll also bei der Anlage eines Schachtes, der in der Folge irgend welche Wichtigkeit erlangen wird, in den Herstellungskosten nicht allzu sehr sparen. Ein Schacht von zu grossem Querschnitt bringt keine Nachtheile für den Betrieb der Grube mit sich; er gestattet im Gegentheil, die Production immer mehr zu steigern und etwaige Verbesserungen einzuführen, während ein zu kleiner Schacht die Entwickelung eines Unternehmens für alle Zeit lahm legen kann. Man kann sogar sagen, dass ein guter Schacht der einzige Luxus ist, den man sich erlauben darf und sogar soll.

Der oben erwähnte Nachtheil der ovalen und runden Form hat somit wenig Bedeutung; diese Formen sind denn auch neuerdings die gewöhnlichsten.

145. Bei Anwendung der rechteckigen oder elliptischen oder jeder anderen Form, bei welcher Länge und Breite verschiedene Grösse haben, ist auf einen wichtigen Punkt Rücksicht zu nehmen: Es muss Sorge getragen werden, dass der lange Stoss oder die grosse Axe rechtwinkelig auf das Streichen der Gebirgsschichten zu stehen kommt (Fig. 46).

Fig. 46.



Die Folge dieser Disposition ist die, dass der Gebirgsdruck, welcher sich stets parallel mit dem Einfallen der Schichten äussert und in der Figur durch einen Pfeil angedeutet ist, nur an dem kurzen und deshalb widerstandfähigeren Stosse wirksam wird.

Gleichzeitig ist jene Schachtstellung günstig für die Anlage des Füllortes und das Anschlagen der Förderung, indem das erstere *(D)* rechtwinkelig auf die Querschläge *(EE)* zu stehen kommt. Wäre der Schacht anders orientirt, so würden entweder zwei

Fig. 47.

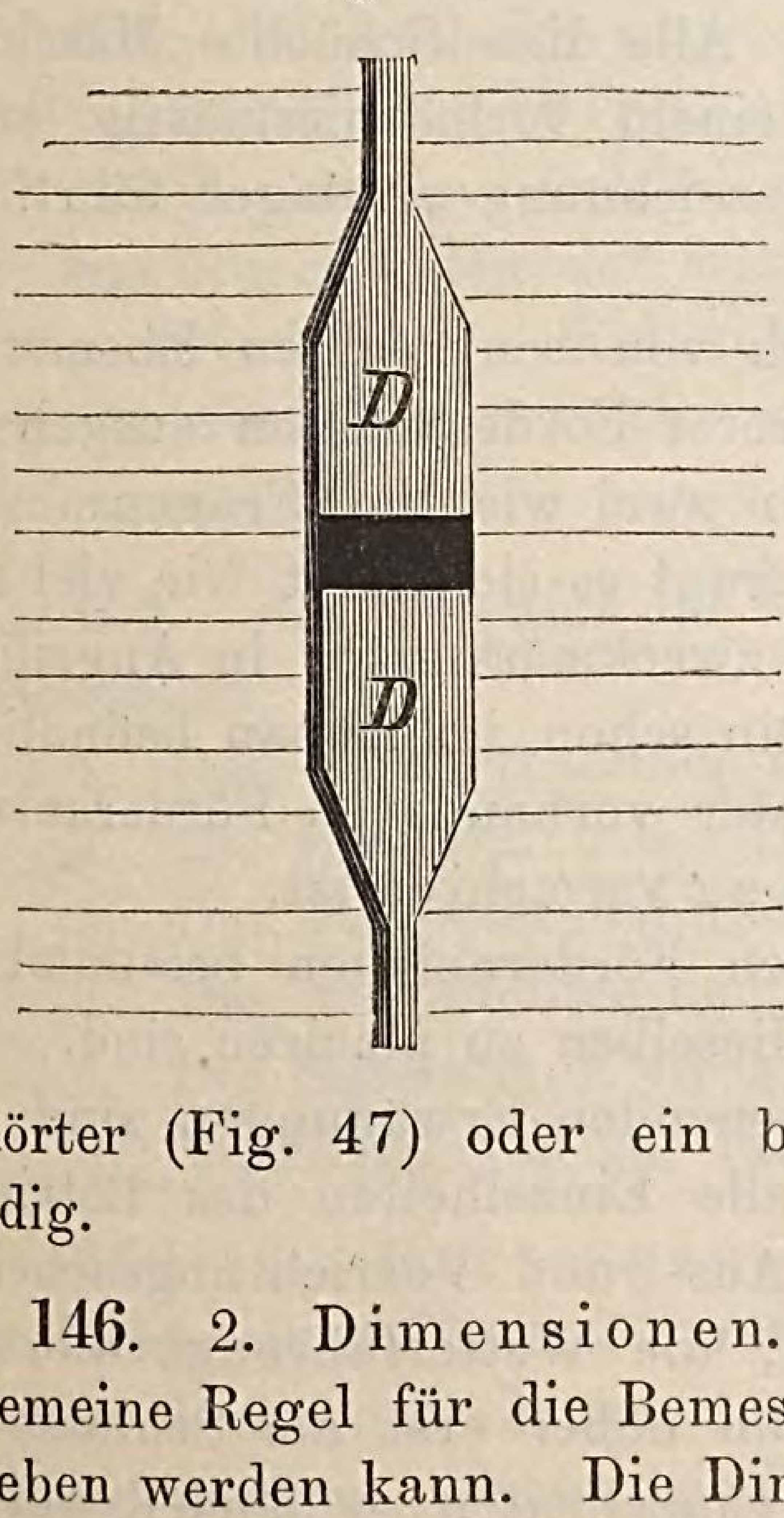
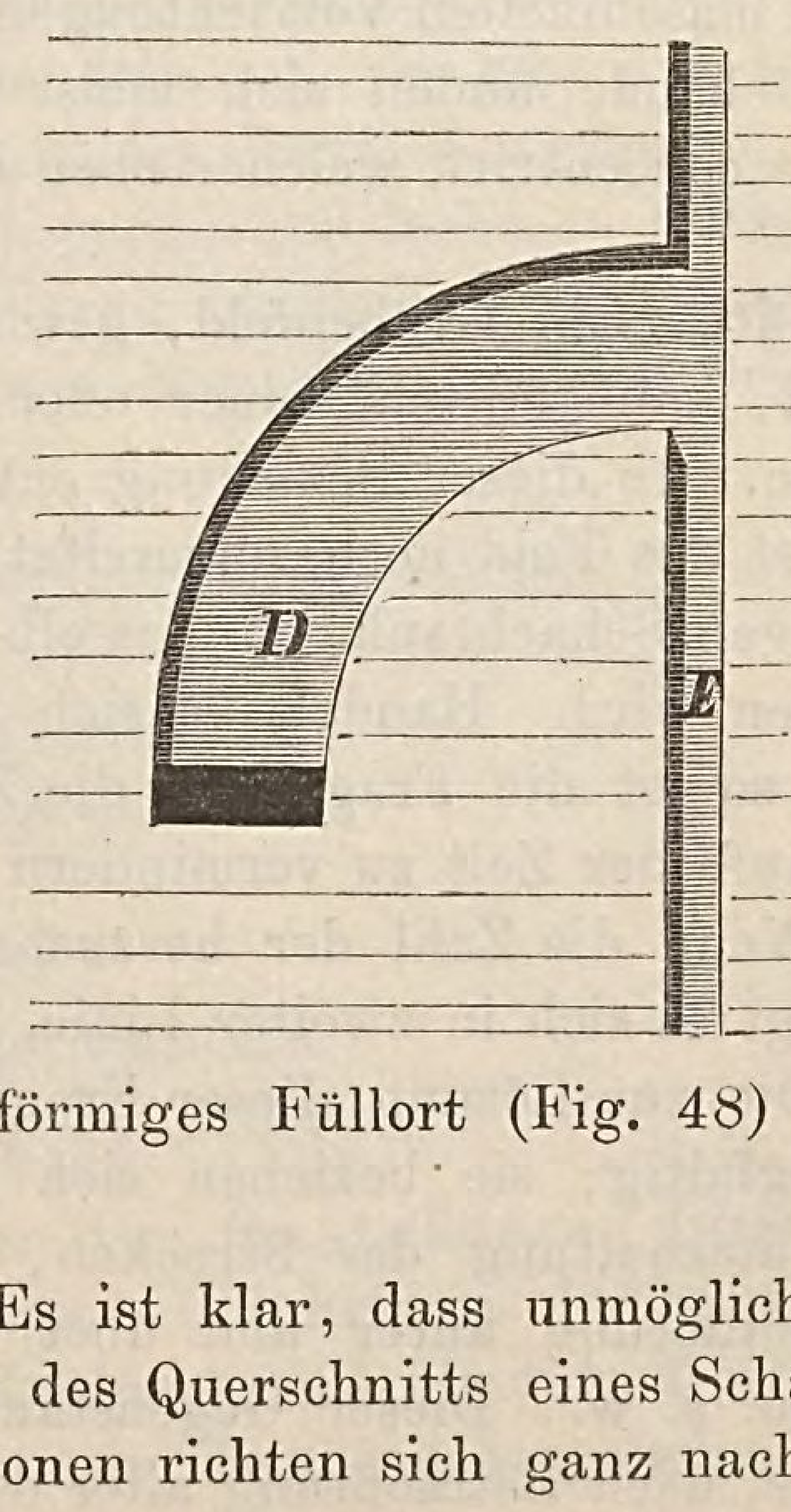


Fig. 48.



Füllörter (Fig. 47) oder ein bogenförmiges Füllort (Fig. 48) nothwendig.

146. 2. Dimensionen. — Es ist klar, dass unmöglich eine allgemeine Regel für die Bemessung des Querschnitts eines Schachtes gegeben werden kann. Die Dimensionen richten sich ganz nach dem

Zwecke des Schachtes, dem für den Ausbau desselben gewählten Materiale, den unterzubringenden Maschinen u. s. w.

Der einzige Rathschlag, welcher hier gegeben werden kann, ist wie gesagt der, nicht zu sehr mit dem Raume zu sparen, denn man riskirt dabei, die ganze Zukunft der Anlage zu unterbinden.

Im Folgenden seien übrigens einige gebräuchliche Abmessungen erwähnt.

Ein für grosse Teufen und starke Production bestimmter Förderschacht erhält gegenwärtig nicht unter 4 bis 5 m im Durchmesser. Wenn das Gebirge sehr schlecht ist, so kann man auch bis 3 oder 3,5 m herabgehen, welche Durchmesser schon recht ansehnliche Productionen gestatten.

Den Wetterschächten soll man nicht unter 3 m Durchmesser geben, ja bei Schlagwettergruben erhalten sie zweckmässigerweise, wie dies in England geschieht, denselben Querschnitt, wie die Förderschächte.

Die Dimensionen der Pumpenschächte oder Pumpentrümmer hängen direct von den Apparaten ab, welche in denselben Platz finden sollen.

147. Mit dem Ausdruck „Förderanlage" („*siége d'extraction*") bezeichnet man in der Regel die Gesammtheit der Schächte oder Schachtabtheilungen, welche für die verschiedenen besprochenen Zwecke nothwendig sind. Auch schliesst derselbe die hierzu erforderlichen maschinellen Vorrichtungen ein. Alle diese Schächte, Maschinen und Gebäude finden sich meist auf einem verhältnissmässig engen Raume concentrirt, welcher eben die Bezeichnung „Anlage" führt.

148. Ein Grubenfeld, gewöhnlich von senkrechten Ebenen begrenzt, kann mittelst einer oder mehrerer Förderanlagen ausgebeutet werden. In dieser Beziehung entstehen zwei wichtige Fragen:

Ist das Feld noch unverritzt, so fragt es sich, mit wie viel selbständigen Schachtanlagen dasselbe am zweckmässigsten in Angriff genommen wird. Handelt es sich um ein schon im Abbau befindliches Feld, so ist die Frage, ob die Zahl der vorhandenen Förderanlagen im Laufe der Zeit zu vermindern oder zu vermehren ist.

Wenn die Zahl der herzustellenden Förderanlagen bestimmt ist, so fragt es sich in zweiter Linie, wie dieselben zu placiren sind.

Die zur Lösung dieser Fragen dienenden Erwägungen sind sehr mannigfaltig; sie beziehen sich auf alle Einzelheiten des Betriebes, die Unterhaltung der Strecken, die Aus- und Vorrichtungsarbeiten, die Förderung unter und über Tage, die Wetterführung, die Aufsicht u. s. w. Dieser Gegenstand kann daher erst am Schlusse des Buches, nach Betrachtung aller dieser Einzelheiten, behandelt werden.

149. Eine Förderanlage umfasst nach Vorstehendem fast immer mehrere Schächte, z. B. einen Förder-, einen Wasserhaltungs- und einen Wetterschacht. Es empfiehlt sich, diese Schächte möglichst nahe an einander zu rücken, um in den verschiedenen Sohlen die für den Betrieb unerlässlichen Verbindungsbaue ohne grosse Kosten herstellen zu können. Andererseits findet diese Annäherung ihre Grenze dadurch, dass die Stabilität des trennenden Gesteins nicht gefährdet werden darf.

Mit Rücksicht hierauf wird man einen Pfeiler von 10 m zwischen den Stössen zweier Schächte als Minimum ansehen müssen. Im Allgemeinen wird man sie 15 bis 20 m von Axe zu Axe aus einander rücken, wobei das Gebirge nicht zu sehr geschwächt wird und die Verbindungsbaue nicht zu lang werden.

150. Die Nothwendigkeit solcher Verbindungen liegt auf der Hand, denn sowohl bei Unglücksfällen als bei Reparaturen ist es von grösster Wichtigkeit, in verschiedenen Niveaus aus einem Schachte in den anderen gelangen zu können. Solche Verbindungen werden zweckmässig alle 40 oder 50 m hergestellt.

§. 3.

Abteufen der Schächte im Steinkohlengebirge.

151. Es erscheint angezeigt, zunächst das Abteufen der Schächte im Steinkohlengebirge zu behandeln. Es ist dies der häufigste Fall und der einzige, welcher im laufenden Betriebe vorkommt.

Das Durchteufen der wasserführenden und lockeren Deckgebirge, welche zuweilen das Steinkohlengebirge überlagern, erfordert ganz specielle Verfahren, welche in einem besonderen Capitel betrachtet werden sollen.

152. Das Abteufen im Steinkohlengebirge umfasst die folgenden Operationen:

1. Das Hereingewinnen des Gesteins.
2. Die Entfernung des Hereingewonnenen.
3. Das Verbauen der Stösse.
4. Das Wegschaffen der Wasser.
5. Die Herstellung eines Wetterwechsels.
6. Vorkehrungen zur Fahrung der Arbeiter.

153. 1. Hereingewinnen des Gesteins. — Diese Arbeit geschieht mit Hülfe von Sprengstoffen. Das Princip der Sprengarbeit besteht darin, dass in das Gestein Löcher von 3 bis 4 cm Durchmesser gebohrt werden, welche mit Pulver oder dergleichen geladen, darauf

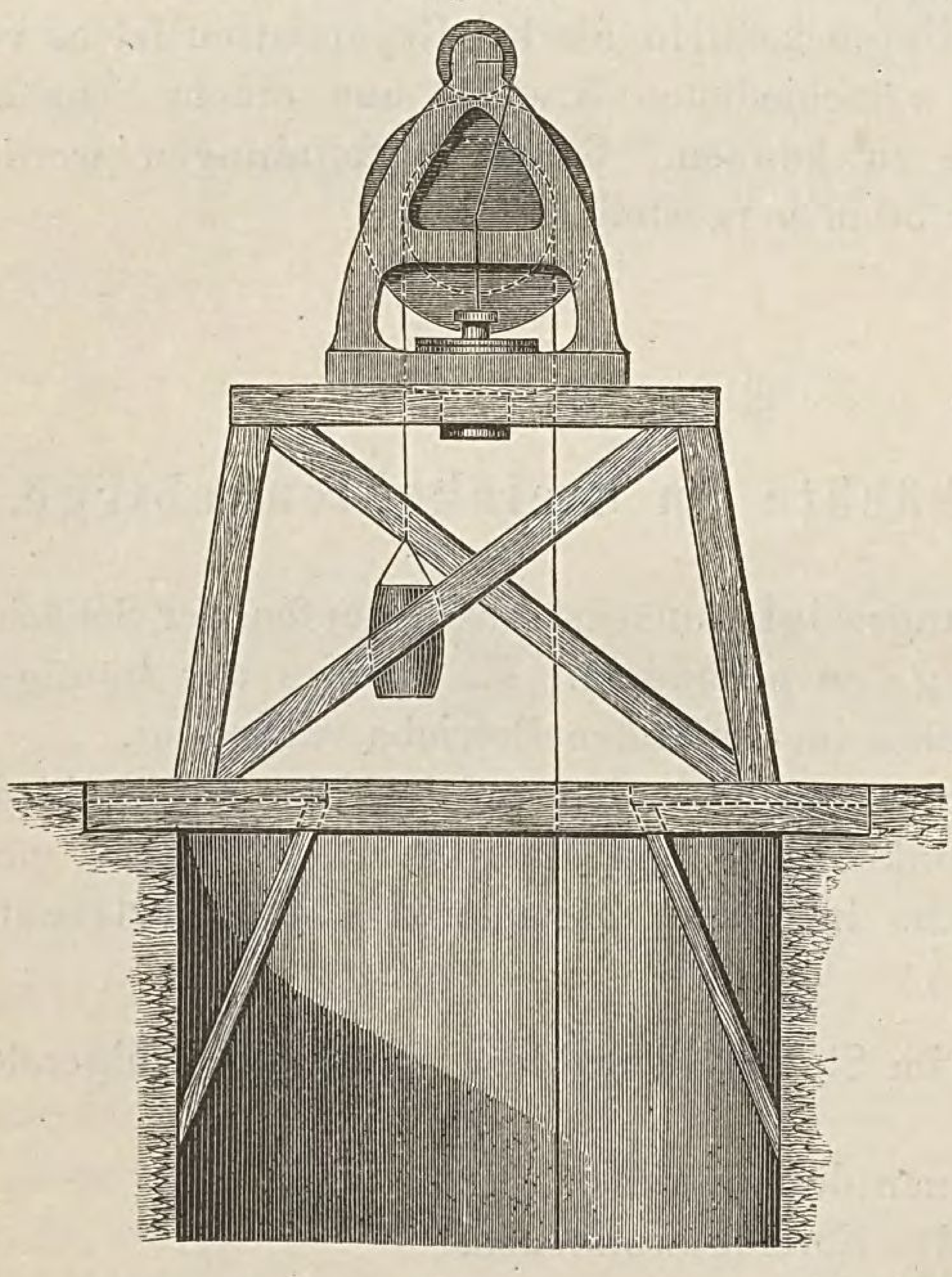
durch einen sogenannten Besatz verschlossen und dann mittelst eines durch den letzteren hindurchgehenden Zünders abgeschossen werden.

Die Einzelheiten der Schiessarbeit sind wichtig und mannigfaltig genug, um ein besonderes Capitel zu bilden; sie werden daher später betrachtet werden.

So oft einige Sprenglöcher in der Schachtsohle abgeschossen sind, wird das gelockerte Material vollends hereingewonnen und in Tonnen geladen. Sobald die Sohle von Bergen gesäubert und das gesunde Gestein wieder blossgelegt ist, beginnt wiederum das Bohren von Sprenglöchern und so fort.

154. 2. Wegförderung der Berge. — Das Wegschaffen der Berge kann in Kasten oder Tonnen geschehen, welche an runden Hanfseilen mittelst eines an der Hängebank aufgestellten Handhaspels auf- und abgewunden werden. Dieses Verfahren ist jedoch nur für Abteufen von höchstens 25 bis 30 m zu empfehlen. Bei grösserer Teufe wird die Bergeförderung mittelst Menschenkraft theuer und mühsam. Sie hat dann vor Allem den Nachtheil, die Abteufarbeit zu verzögern, indem die Berge nicht mehr so schnell weggefördert werden können, als sie durch die Schiessarbeit geliefert werden. In diesem Falle müssen daher Maschinen angewendet werden, und zwar entweder Kabel, welche mit Dampf oder comprimirter Luft betrieben werden und direct über dem Schachte stehen (Fig. 49), oder wirkliche Fördermaschinen, welche zur Seite aufgestellt sind (Fig. 50). Man kann dann viel grössere Tonnen zur Anwendung bringen.

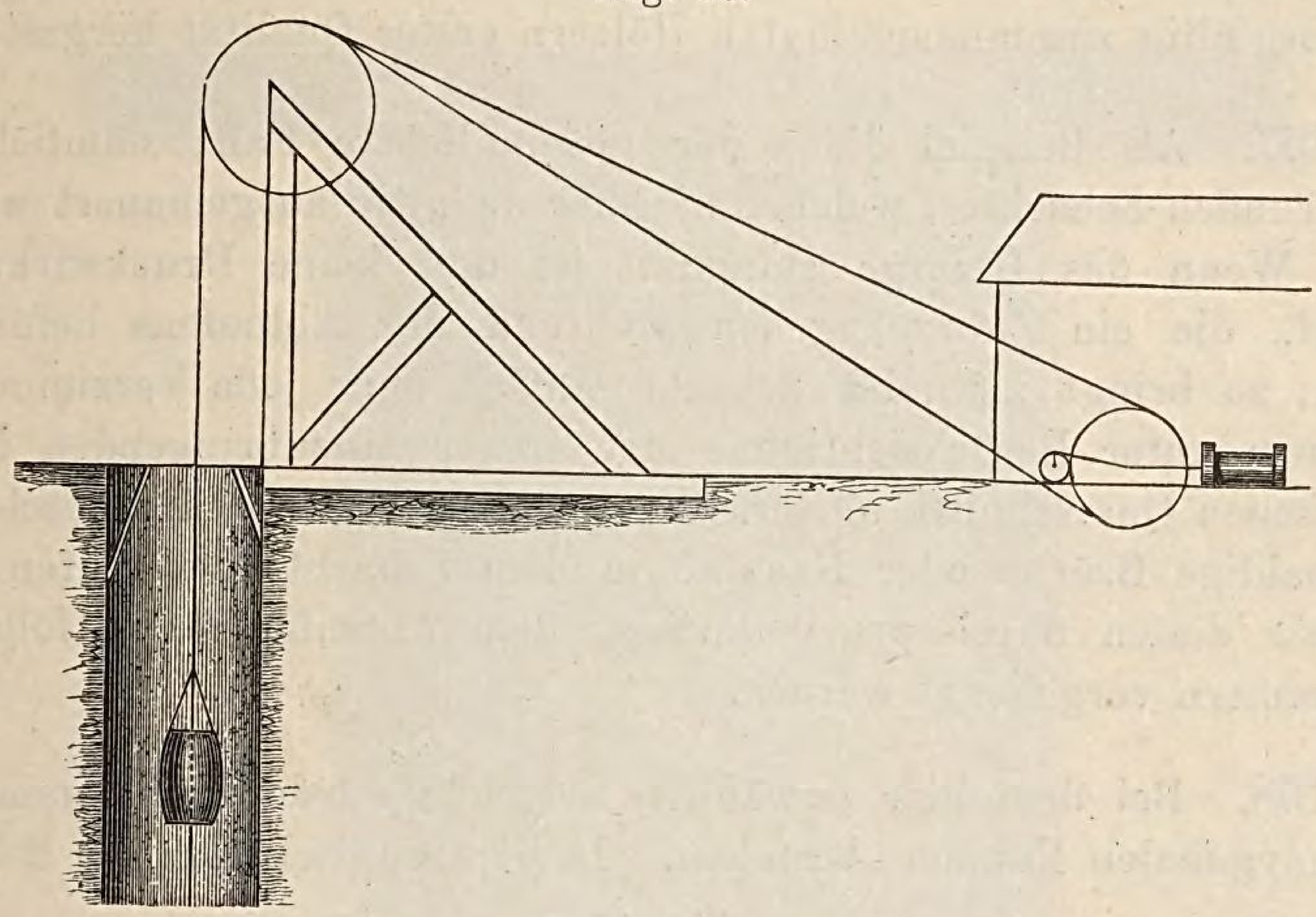
Fig. 49.



Welche Art von Maschine man wählen mag, Hauptbedingung ist jedenfalls, dass die Wegförderung der Berge schnell und unter möglichst geringer Behinderung der Hauerarbeiten von Statten gehe.

155. 3. Verbauen der Schachtstösse. — Selten ist die Beschaffenheit des Gebirges derart, dass ein Schacht darin sich lange ohne Ausbau hält. Dieser Ausbau erfolgt entweder in Mauerung oder in Holz. Im letzteren Falle kann das Einbauen der definitiven

Fig. 50.



Zimmerung Schritt für Schritt dem Tieferbringen der Schachtsohle folgen. Soll dagegen der Schacht in Mauerung gesetzt werden, so muss derselbe erst ganz oder in einem bestimmten Abschnitte fertig gestellt sein und wird daher ein provisorisches Verbauen der Stösse nöthig. Dieser provisorische Ausbau erfolgt in Holz.

In jedem Falle werden somit die Schachtstösse während des Abteufens mit Holz verbaut*) und zwar ist diese Zimmerung eine provisorische, wenn der Schacht ausgemauert werden soll, hingegen eine definitive, wenn nur Zimmerung beabsichtigt wird.

156. Die Zimmerung besteht aus Rahmen, deren Form derjenigen des Schachtes entspricht und welche fest gegen das Gebirge verkeilt werden. Hauptsächlich durch diese Verkeilung werden die einzelnen Rahmen an ihrer Stelle festgehalten, doch sind dieselben zur grösseren Sicherheit noch unter einander durch hölzerne Stützen (Bolzen) oder eiserne Anker verbunden. Die Stärke dieser Rahmen und der gegenseitige Abstand derselben wird nach der Beschaffenheit des Gebirges gewählt. Während manche in flach gelagertem Gebirge stehende Schächte ganz ohne Ausbau bleiben können, müssen andere in steil fallenden, brüchigen Schichten abgeteufte Schächte mit dicht auf einander folgenden starken Eichenholzrahmen ausgekleidet werden.

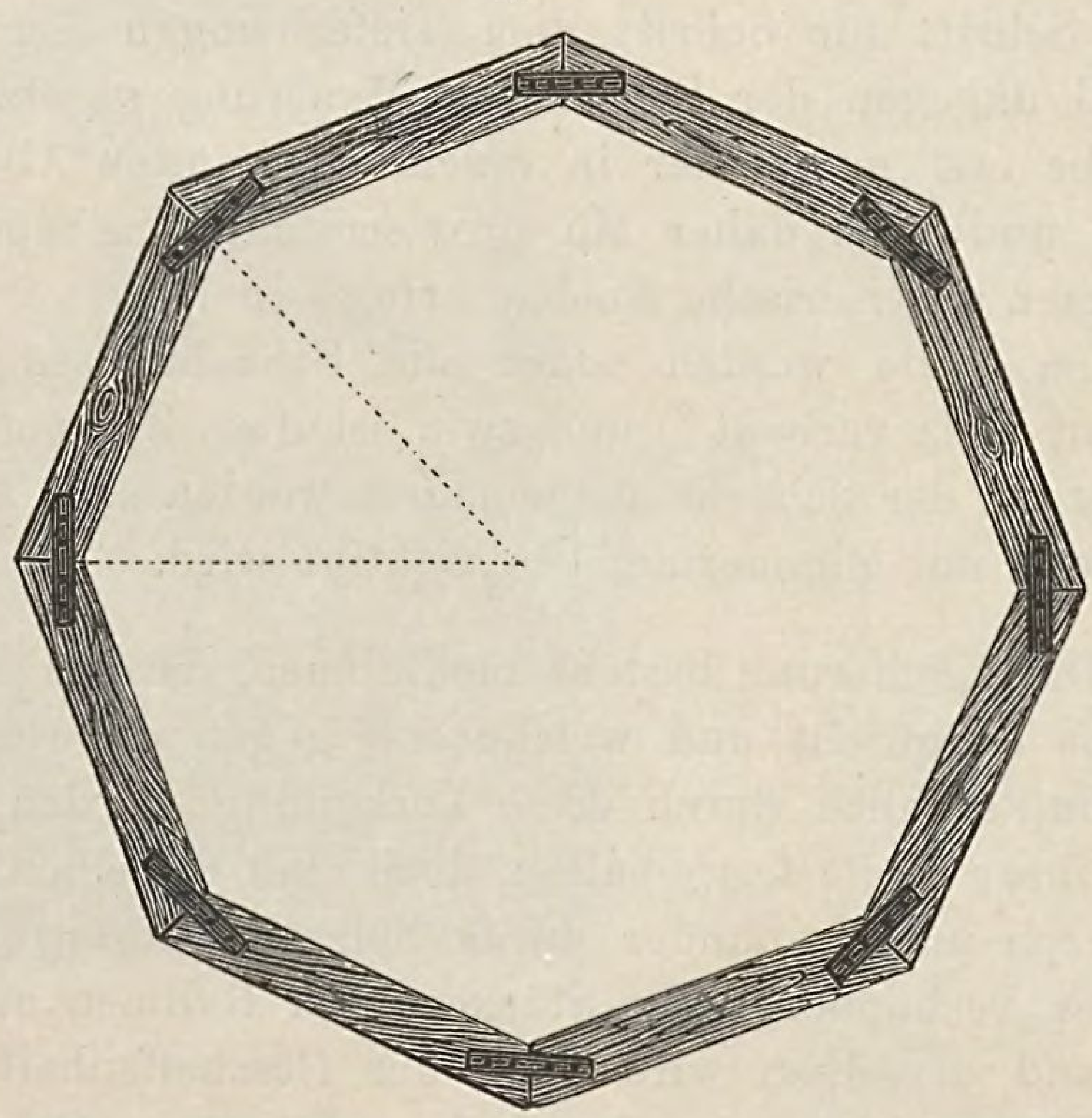
*) Ganz zweckmässig sind auch für den provisorischen Ausbau die später zu erwähnenden U-Eisenringe. L.

Die Construction der Verzimmerung hängt auch von ihrem provisorischen oder definitiven Charakter ab. Bei einer provisorischen Zimmerung darf mehr an Material gespart werden, als bei einer definitiven. Im letzteren Falle muss sie jede wünschenswerthe Sicherheit in Bezug auf Solidität und Dauer bieten, sie wird daher aus gut bearbeiteten und sorgfältig zusammengefügten Hölzern erster Qualität hergestellt.

157. Als Beispiel diene der gewöhnlichste Fall, nämlich der eines runden Schachtes, welcher nachher definitiv ausgemauert werden soll. Wenn das Gebirge standhaft ist und keine Druckwirkungen äussert, die ein Zubruchegehen während des Abteufens befürchten lassen, so bringt man den Schacht einfach ohne jede Verzimmerung in einem unter Berücksichtigung der später einzubringenden Mauer bemessenen Querschnitte nieder. Wenn dagegen die Gebirgsbeschaffenheit baldige Brüche oder Nachfall in dem Schachte befürchten lässt, so muss diesen durch provisorisches, dem Abteufen stetig folgendes Verzimmern vorgebeugt werden.

158. Bei dem hier gewählten Beispiele würde diese Zimmerung aus polygonalen Rahmen bestehen. In dem Capitel über die Schacht-

Fig. 51.



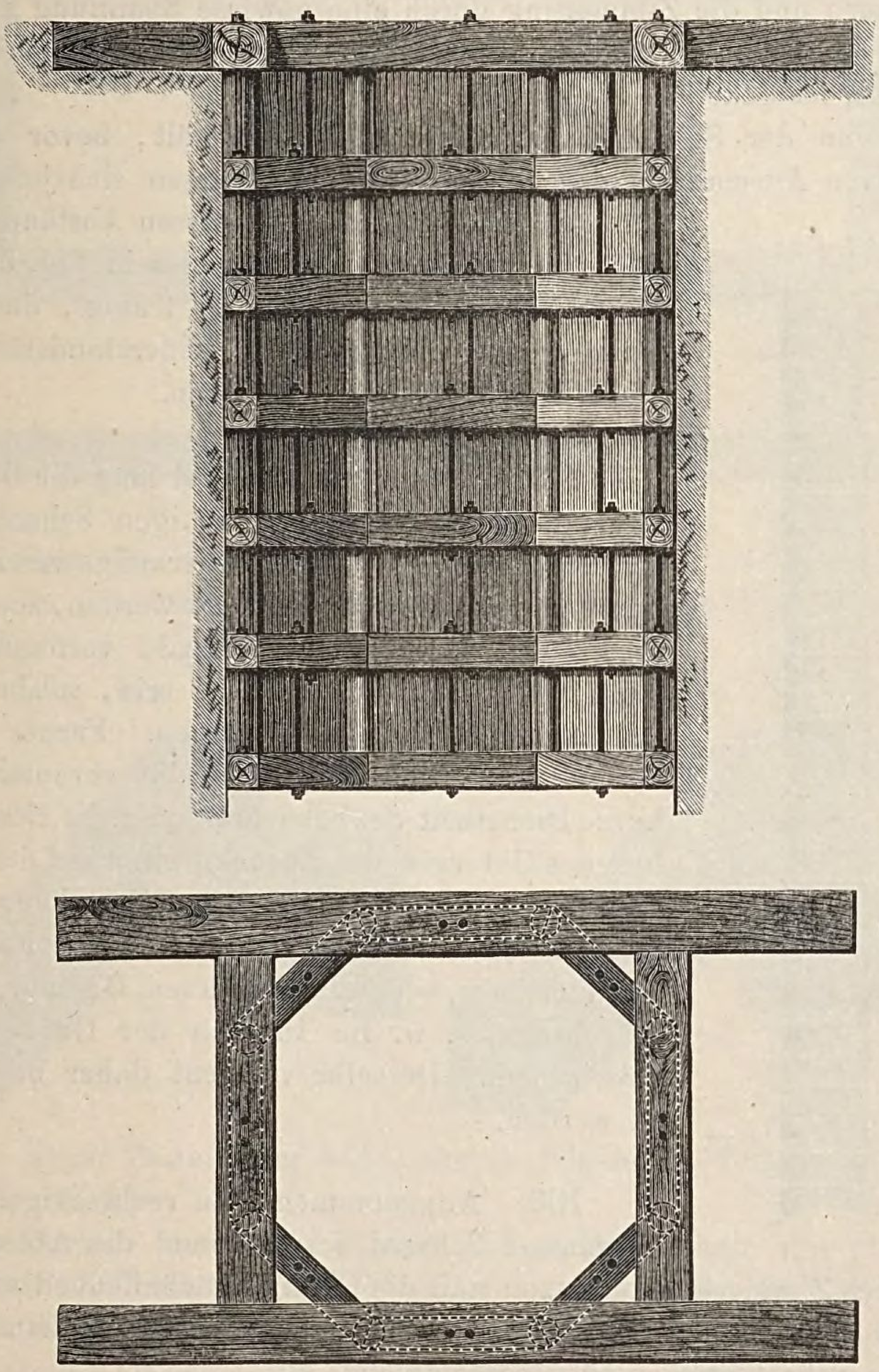
mauerung (210) wird zu erläutern sein, wie die Seitenzahl und die Grösse des Polygons für ein Abteufen von bestimmtem Durchmesser gewählt wird.

Jeder Rahmen besteht aus grob behauenen Eichenholzstücken, deren Enden in radialer Richtung schräg abgeschnitten sind. Je zwei an einander stossende Seiten sind durch verbolzte Laschen ver-

bunden (Fig. 51), doch ist es hauptsächlich die Verkeilung gegen das Gebirge, welche jedes Stück an seinem Platze festhält.

So gut indessen diese Verkeilung ausgeführt wird, so ist sie doch noch nicht ausreichend sicher, um die einzelnen Rahmen in den

Fig. 52.

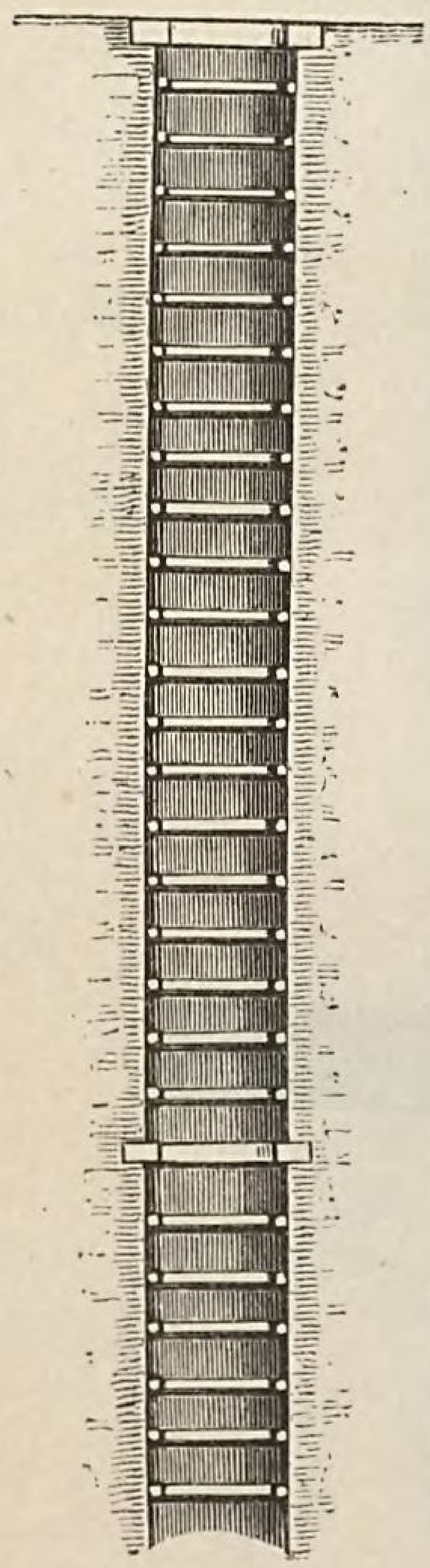


richtigen Abständen zu erhalten. Die Rahmen müssen vielmehr noch unter einander verbunden werden. Dies geschieht in folgender Weise: Zuerst wird an der Schachtmündung ein rechteckiger, wohlbehauener, mit zwei gegenüberliegenden Seiten weit übergreifender Rahmen (Tragekranz) angebracht, welcher entweder auf dem Erdboden aufruht oder mit den übergreifenden Enden ins Gestein eingebühnt ist (Fig. 52).

Die darunter folgenden polygonalen Rahmen werden, nachdem sie besonders in den Ecken fest und gleichmässig gegen das Gebirge verkeilt sind, an dem Tragekranz und an einander in der abgebildeten Weise vermittelst eiserner Ankerbolzen aufgehängt. Diese halten die Rahmen zusammen. Um dieselben gegen jede Verticalverschiebung zu sichern und die Zimmerung durch eine gewisse Spannung zu einem soliden Ganzen zu machen, setzt man zwischen die Rahmen noch stehende, festgekeilte Holzbolzen.

Wenn der Schacht eine grössere Teufe erhält, bevor mit der definitiven Ausmauerung begonnen wird, so müssen sich jene eingebühnten Tragekränze in gewissen Abständen, z. B. alle 40 m, wiederholen, wie dies in Fig. 53 angedeutet ist. Es ist Sorge zu tragen, dass diese Tragekränze in hinreichend widerstandsfähige Gesteinspartien zu liegen kommen.

Fig. 53.



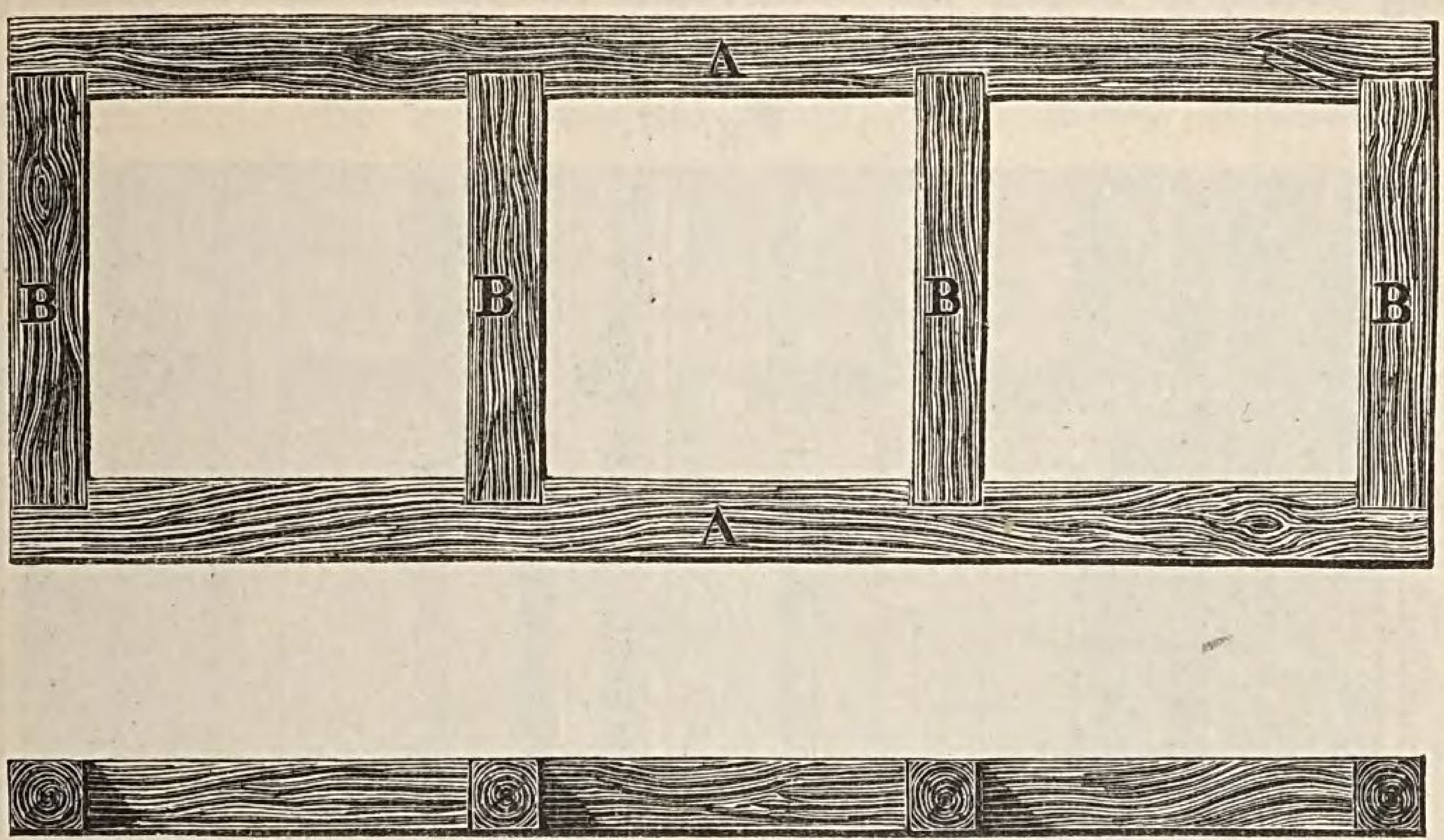
159. Als zweites Beispiel mag die definitive Verzimmerung eines rechteckigen Schachtes beschrieben werden. Obgleich derartige verzimmerte Schächte kaum noch angelegt werden, so sind sie doch noch in ziemlicher Anzahl vorhanden und kann man daher in der Lage sein, solche unterhalten oder repariren zu müssen. Ferner können besondere Verhältnisse, wie die voraussichtliche kurze Dienstzeit des Schachtes oder die Beschaffenheit des Gebirges, das Zurückgreifen auf definitiven Holzausbau begründen und endlich kann dieser Ausbau für blinde Schächte oder verticale Verbindungsbaue, wie Fahrüberhauen, Gesenke, Bremsschächte u. s. w. im Inneren der Grube zweckmässig sein. Derselbe verdient daher besprochen zu werden.

160. Angenommen, ein rechteckiger, zweitrümmiger Schacht sei während des Abteufens in definitive Zimmerung zu setzen und die Gebirgsbeschaffenheit erheische eine so dichte Verkleidung, dass ein Hereinfallen von Gesteinsstücken aus den Schachtstössen ausgeschlossen ist.

Hierzu werden Rahmen (Geviere) von beschnittenem, splint- und fehlerfreiem Eichenholze genommen. Diese Geviere sind aus zwei langen „Jöchern" *AA* (Fig. 54) und den kurzen Jöchern *BB* zusammengesetzt. Die inneren kurzen Stücke haben den Zweck, den Schacht in die verschiedenen „Trümmer" zu theilen, sowie die langen Jöcher zu verstreben. Sie führen die Bezeichnung „Einstriche".

Fig. 55 und 56 zeigen die gewöhnlichste Verbindungsart dieser verschiedenen Hölzer (Verblattung). Diese Verbindung ist so her-

Fig. 54.



gestellt, dass eine seitliche Verschiebung der Hölzer verhindert wird, ohne sie in der Richtung der ihnen bevorstehenden Spannungen zu schwächen.

Fig. 55.

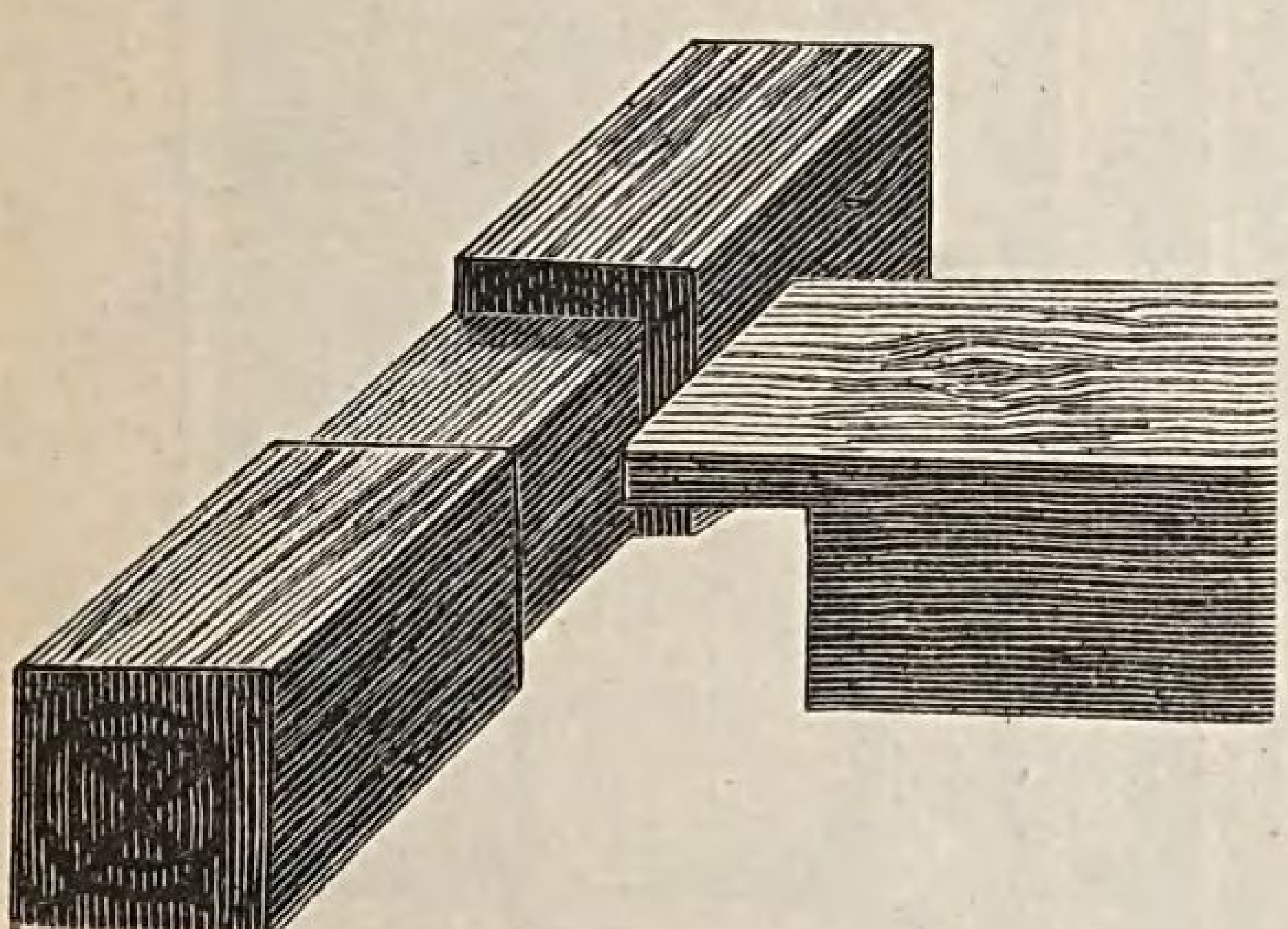
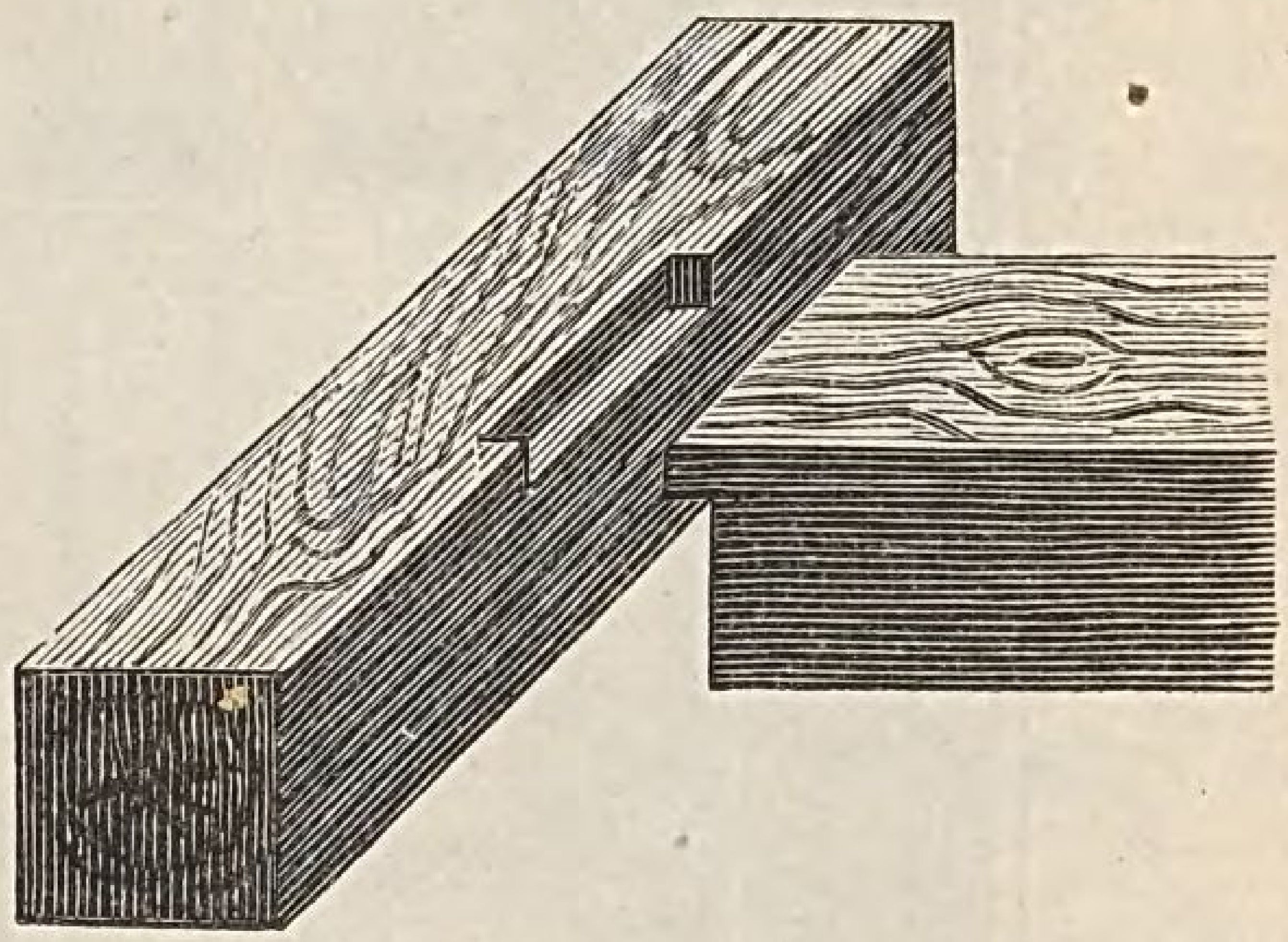


Fig 56.



Die ganze Zimmerung wird nun in folgender Weise angeordnet (Fig. 57, a. f. S.):

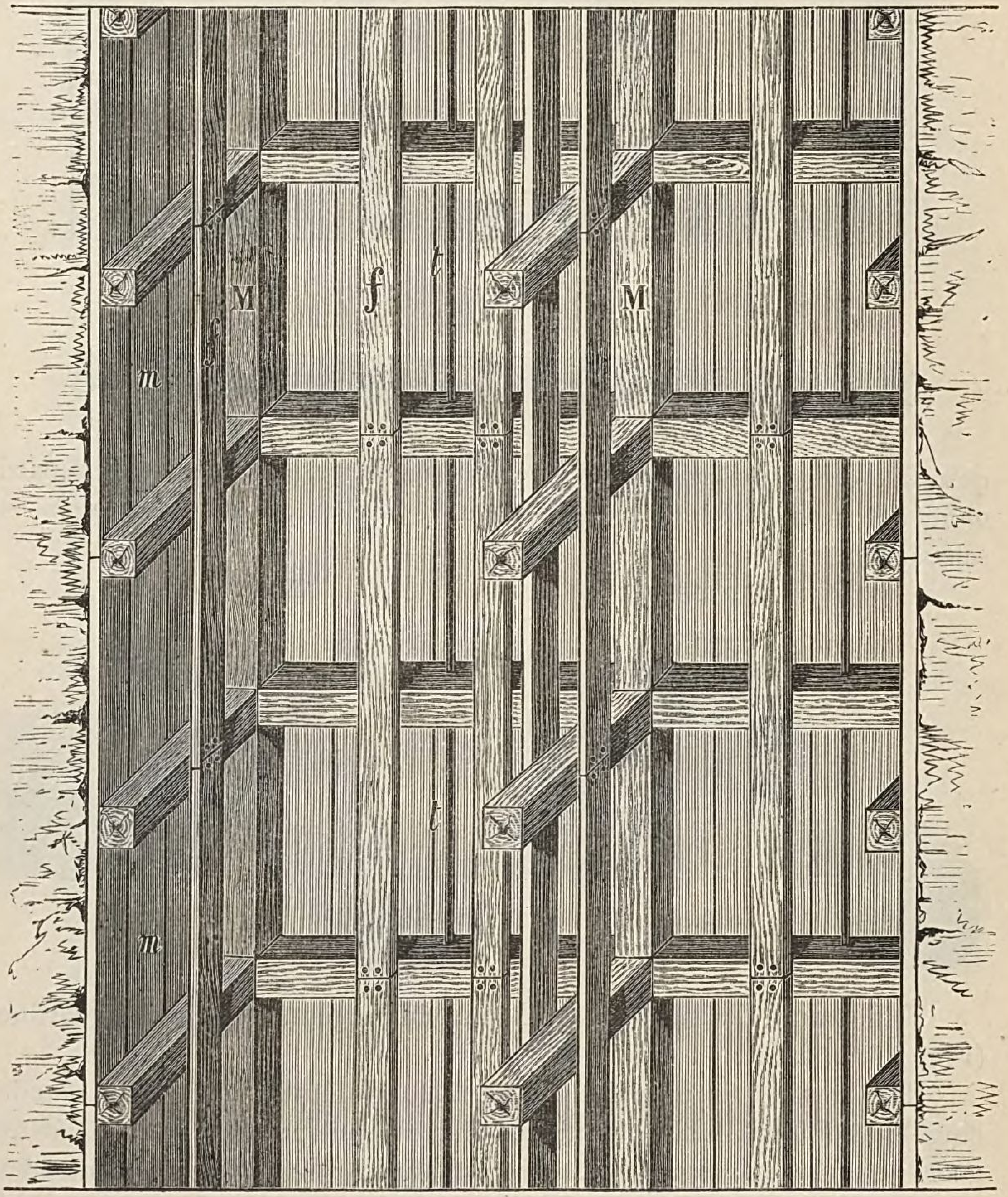
Die Geviere werden in 1 oder 1,20 m Entfernung von einander eingebaut. Zwischen sie und das Gestein bringt man fugendicht angeordnete Eichenbohlen *mm*. Die Befestigung erfolgt durch Eintreiben von Holzkeilen zwischen die Bohlen und die Geviere. Letztere werden ausserdem unter einander verbunden: 1) durch Tragepfosten (Bolzen) *MM*, welche in den Ecken und in der Mitte der langen Jöcher angebracht werden; 2) durch Ankerbolzen *tt*; endlich 3) durch eichene auf die Rahmen genagelte Pfetten *ff*.

In gewissen Zwischenräumen baut man Tragekränze ein, welche in die Stösse eingebühnt werden und mittelst der Ankerbolzen und der

Pfetten alle unteren Geviere tragen, wie wir dies schon bei dem Beispiele der polygonalen Zimmerung gesehen haben.

Eine in dieser Construction und in Eichenholz ausgeführte Zimmerung bietet in Bezug auf Widerstandsfähigkeit und Dauerhaftigkeit alle Garantien, die man von einem Holzausbau verlangen kann.

Fig. 57.



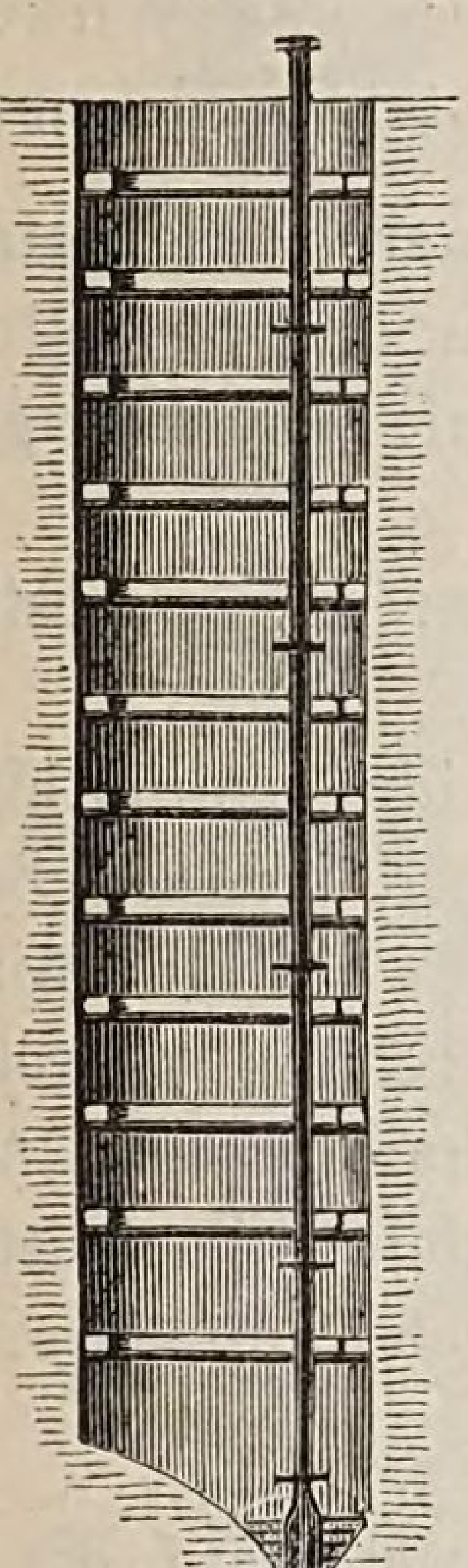
Die hier vorgeführten Beispiele von Holzausbau sind für die misslichste Gebirgsbeschaffenheit berechnet und können je nach den Umständen entsprechend vereinfacht werden *).

*) In Deutschland z. B. ist es sogar Regel, dass diese sogenannte „Bolzenschrotzimmerung“ absatzweise von unten nach oben eingebaut wird, wobei die Geviere nicht an dem nächst höheren Tragekranze hängen, sondern

161. 4. Wasserhaltung. — Wasserzuflüsse können ein Schachtabteufen ungemein behindern und verzögern. Sehr selten fehlen dieselben ganz, gewöhnlich vielmehr sammelt sich durch Zusickern aus den Stössen soviel Wasser im Schachttiefsten, dass besondere Maassregeln erforderlich werden, um die Arbeit daselbst fortsetzen zu können.

Damit sich die Schachtsohle wenigstens nicht vollständig mit einer Wasserschicht bedeckt, wird die erstere stets etwas geneigt gehalten, so dass die Wasser sich an einem einzigen Punkte sammeln, von wo sie dann hinweggeschafft werden (Fig. 58).

Fig. 58.



Bei geringerer Teufe und unbedeutenden Wasserzuflüssen kann man dieselben nach Bedürfniss durch Tonnen beseitigen, anderenfalls müssen Hand- oder Dampfpumpen eingebaut werden, welche mit dem Niederrücken der Schachtsohle verlängert werden. In diesem Falle bedarf es jedoch gewisser Vorkehrungen, damit die Pumpen durch die Sprengschüsse nicht beschädigt oder zerstört werden. Zu diesem Zwecke umhüllt man die unteren Rohre mit Holzschwarten oder alten Seilen.

162. Wenn mit Pulver geschossen wird, so werden auch viele Vorsichtsmaassregeln nothwendig, um dasselbe vor der Einwirkung des Wassers zu schützen. Wir werden hierauf bei dem Capitel über die Schiessarbeit zurückkommen. Die Anwendung des Dynamits kann beim Abteufen nasser Schächte grosse Vortheile bringen. Dieser Stoff hat die werthvolle Eigenschaft, auch unter Wasser zu wirken und keinen anderen Besatz zu erfordern, als das in dem Loche befindliche Wasser selbst. Zugleich besitzt er eine weit grössere Sprengkraft als das Pulver.

Seine Anwendung erheischt nur die eine, übrigens immer ausführbare Maassregel: eine so lebhafte Wetterführung, dass die durch das Abbrennen des Dynamits entstehenden gesundheitsschädlichen Gase rasch beseitigt werden.

163. 5. Wetterversorgung. — Die Herstellung eines guten Wetterwechsels ist in jedem Schachtabteufen unerlässlich, sowohl im Interesse der Gesundheit der Arbeiter, als auch um den durch das Schiessen entstehenden Dampf rasch wegzuführen und nicht jedesmal nach dem Wegthun einiger Bohrlöcher einen längeren Aufenthalt zu

— soweit sie nicht durch die Verkeilung gegen die Stösse abgefangen sind — auf dem nächst tieferen lasten, so dass die Ankerbolzen und Pfetten in Wegfall kommen. L.

haben. Je lebhafter der Wetterwechsel in dem Abteufen ist, desto eher können die Arbeiter nach dem Schiessen ihre Arbeit wieder aufnehmen.

Künstliche Wetterführung in einem Schachtabteufen erfolgt fast immer mit Hülfe von Lutten aus Holz oder Blech, welche mit dem Niederrücken verlängert werden und durch welche die Wetter mit den in dem Capitel über die Wetterführung zu betrachtenden Mitteln zu- oder abgeführt werden.

Das Ende des Luttenstranges muss stets möglichst nahe bis zur Schachtsohle reichen, weshalb der untere Theil gegen die Wirkung der Sprengschüsse durch Schwarten oder Reisig geschützt werden muss.

164. 6. Fahrung der Arbeiter. — Ein fernerer Gegenstand der Aufmerksamkeit beim Schachtabteufen ist endlich die Herstellung geeigneter Vorkehrungen zum Fahren der in dem Abteufen beschäftigten Arbeiter.

Wenn die Teufe nicht mehr als 50 bis 60 m beträgt, so besteht das sicherste Mittel in passend aufgestellten Fahrten.

Wird die Teufe grösser, so erscheint es zur Vermeidung unnöthiger Ermüdung angezeigt, die zur Förderung der Berge dienenden Seile und Tonnen zu benutzen. Dann müssen jedoch, da dieses Mittel gefährlicher ist, die sorgfältigsten Vorsichtsmaassregeln getroffen werden. So müssen die Seile alle Tage nachgesehen und bei Auffindung des geringsten Schadens sofort abgelegt werden. Auch ist es gut, die mit der Tonne hinabfahrenden Leute sich durch Sicherheitsgürtel an dem Seile befestigen zu lassen.

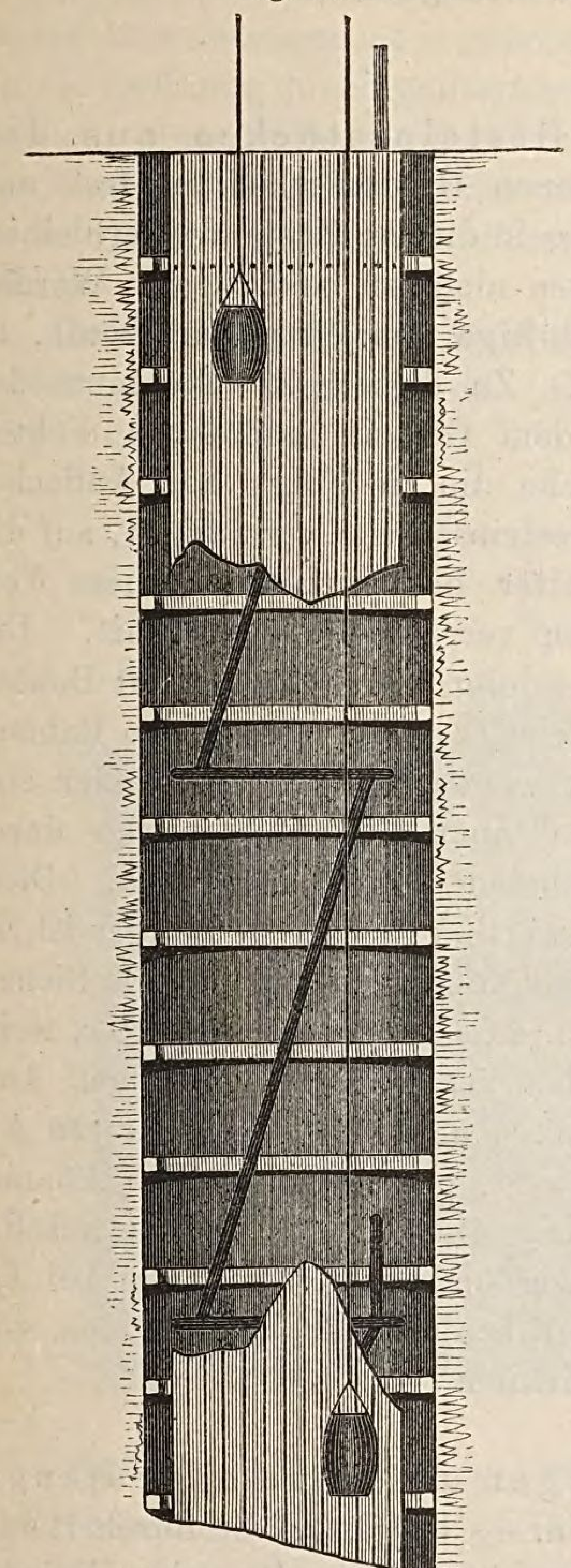
165. Auch dann, wenn man sich mit Rücksicht auf die zu grosse Teufe entschliesst, die Arbeiter am Seile fahren zu lassen, ist es unerlässlich, den Schacht von oben bis unten mit wohlangeordneten Fahrten zu versehen, welche für den Fall eines Seilbruches, eines Bruches an der Aufzugsmaschine, eines Wasserdurchbruches oder einer plötzlichen Schlagwetterentwickelung den Arbeitern zur Verfügung stehen.

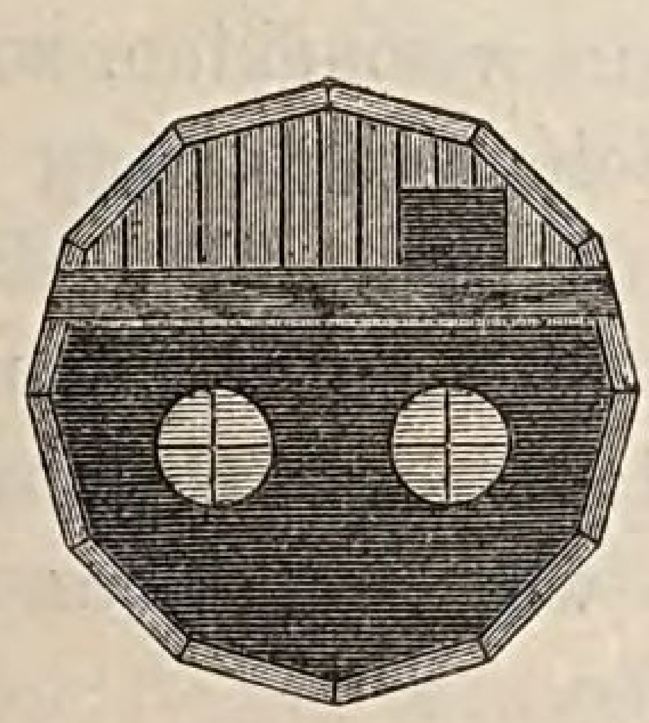
Diese Fahrten sind in einem von der Förderabtheilung gänzlich abgetrennten Schachttrumme aufzustellen (Fig. 59). Der Scheider muss überall aus dichtschliessenden Brettern bestehen, damit das Fahren auf den Fahrten vollständig sicher ist. Die letzteren erhalten eine Neigung von ungefähr 70^0 und sind in gewissen Zwischenräumen an Ruhebühnen abgesetzt. Diese Anordnung und die Einzelheiten der Construction werden bei dem Capitel über die Fahrung im Allgemeinen noch besprochen werden.

Seigere, an den Schachtstössen hinabführende Fahrten sind ganz verwerflich oder dürfen wenigstens nur im untersten Theile eines Abteufens als provisorische Fortsetzung des regelrechten Fahrschachtes angewendet werden.

166. Die Schächte müssen genau senkrecht und ohne jede Krümmung niedergebracht werden. Man erreicht dies mit Hülfe von Lothen, deren Anzahl und Anordnung von der Form des Schachtes abhängt. Bei quadratischem oder rechteckigem Querschnitt hängt man ein Loth in jede Ecke. Bei runder Form genügt ein Loth im Mittelpunkte; folgt jedoch provisorische polygonale Zimmerung nach, so hängt man besser auch hier in jede Ecke eins.

Fig. 59.





So oft ein neuer Rahmen eingebaut wird, ist sorgfältig darauf zu achten, dass seine Lage genau den von den Lothen angezeigten Punkten entspricht.

Hängen die Lothe in den Ecken, so giebt man denselben zweckmässig 5 bis 10 cm Abstand von den Seiten, um sicher zu sein, dass die Schnur den ganzen Schacht entlang frei hängt. Dieser Abstand ist dann jedesmal in Rechnung zu bringen, wenn ein neuer Rahmen placirt wird.

Endlich empfiehlt es sich, wenn die Lothe lang werden, zur Verminderung der Schwankungen die Gewichte in Wasser tauchen zu lassen. Im Falle das Schachttiefste nicht unter Wasser steht, sind Gefässe mit Wasser hinzusetzen, in welche die Senkel hineinhängen.

167. Die Arbeit des Schachtabteufens ist immer verhältnissmässig gefährlich. Zur möglichsten Verminderung der Unglücksfälle kann daher nicht streng genug auf die Anwendung aller Vorsichtsmaassregeln gehalten werden.

Die Gefahren des Schachtabteufens sind, abgesehen von denjenigen, welche eben sowohl bei anderen Grubenarbeiten vorkommen und betreffenden Orts zu besprechen sein werden, hauptsächlich folgende:

1. Herabfallen von Gesteinsstücken aus den Stössen.
2. Herabfallen von Bergen, Gezähestücken oder anderen Gegenständen von der Hängebank oder den Fördergefässen.
3. Seilbruch.

168. 1. Herabfallen von Gesteinsstücken aus den Stössen. — Wenn die durchsunkenen Gebirgsschichten fest und compact sind und nach der Blosslegung in diesem Zustande verbleiben, so ist das Hereinfallen von Bruchstücken nicht zu befürchten. Werden dagegen weichere, bröckelige und klüftige Schichten durchteuft, so müssen die Stösse verwahrt werden. Zu diesem Zwecke muss der Raum zwischen den Rahmen und dem Gestein mit einer dichten Verkleidung ausgefüllt werden, welche die in Folge der Auflockerung von den Stössen sich lösenden Gesteinsstücke verhindern, auf die im Schachttiefsten befindlichen Arbeiter hinabzufallen. Diese Verkleidung wird je nach den Gegenden verschieden ausgeführt. Das beste Mittel ist die fugendichte Auskleidung des Schachtes mit Bohlen, welche in der früher beschriebenen Weise (Fig. 57) hinter den Rahmen festgekeilt werden. Statt der Bretter wendet man auch zuweilen eine einfache Auskleidung von Reisig oder dünnem Geäst an, welches durch vorgesteckte Stangen hinter den Rahmen festgehalten wird. Diese Methode ist indessen nicht empfehlenswerth, obgleich sie billiger ist, als die erstere; sie bietet für ein Schachtabteufen keine genügende Sicherheit. Auch ist in Rechnung zu ziehen, dass Bohlen und Bretter, wenn sie von guter Qualität genommen werden, bei der definitiven Ausmauerung des Schachtes wiedergewonnen und bei einem späteren Abteufen oder bei anderen Arbeiten wieder gebraucht werden können, während die Auskleidungen von Reisig und dergleichen zu unsolide sind, um ein zweites Mal benutzt werden zu können. Die bei Anwendung der letzteren zu erzielende Ersparniss ist daher in dem vorliegenden Falle mehr scheinbar als wirklich.

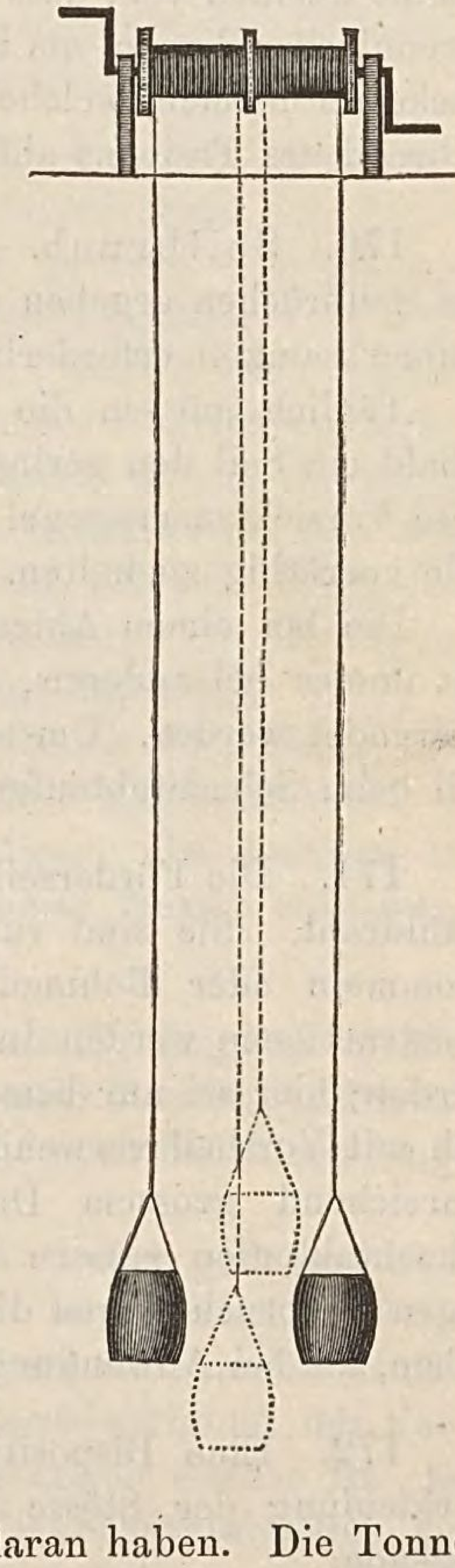
169. Herabfallen von Bergen u. s. w. von der Hängebank oder den Fördergefässen. — Unglücksfälle durch Herabfallen von Gegenständen von der Hängebank beim Be- oder Entladen der Fördertonnen lassen sich, wenn nicht ganz vermeiden, so doch der Zahl nach vermindern durch Bedecken der Schachtmündung mit einem soliden Bohlenbelag, in welchem nur für das Durchpassiren der Tonnen Oeffnungen gelassen werden. Auch diese Oeffnungen können noch durch Fallthüren verschlossen werden, welche zum Durchgange der Seile Löcher erhalten und sich nur öffnen, wenn die Tonne hindurch passirt (Fig. 60).

Man kann die Schachtmündung auch durch bewegliche, auf Schienen fahrbare Bühnen verschliessen, welche zu gleicher Zeit dazu

dienen, die Tonnen darauf zu stellen und zu dem Ausleerungspunkte hin zu transportiren.

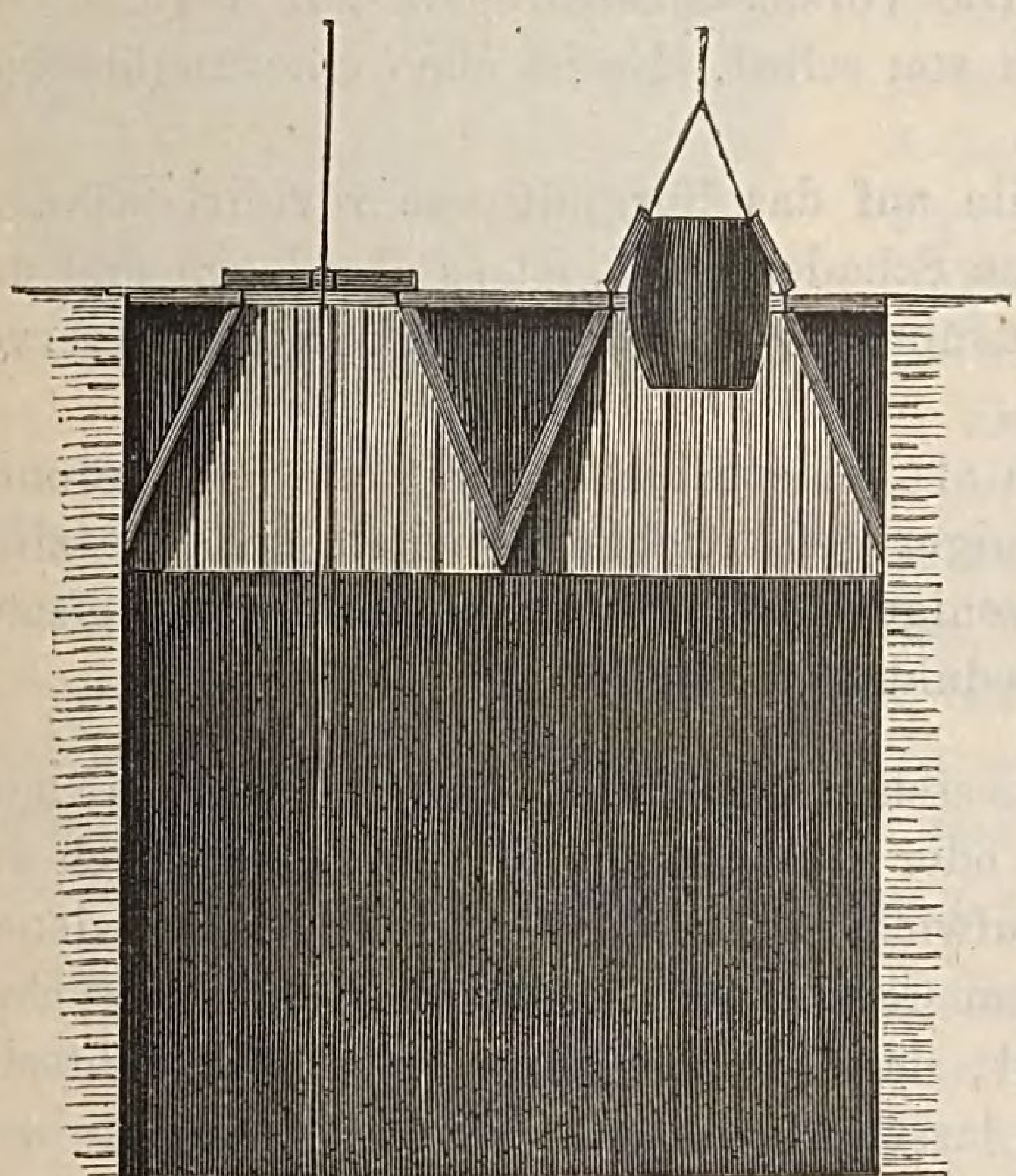
Nach oben convergirende Scheider werden unter den Abschlussböden in vorstehend abgebildeter Weise angebracht, damit die Tonnen in die Oeffnung hineingeführt werden, ohne hängen zu bleiben und zu kippen. Zum Entleeren der Tonnen sind nur erfahrene und vorsichtige Leute anzustellen und das Herantreten an die Schachtmündung ist allen nicht dabei beschäftigten Personen zu verbieten.

Fig. 61.



Die Tonnen darf man nicht zu voll füllen lassen, damit während des Hinaufziehens nichts herausfallen kann.

Fig. 60.



Um zu verhüten, dass die Tonnen unter die Jöcher und Einstriche greifen oder sich darauf aufsetzen, wird die Innenseite der provisorischen Zimmerung mit Pfetten beschlagen, welche so nahe zusammen stehen, dass die Tonnen sogar eine glatte Führung daran haben. Die Tonnen erhalten eine bauchförmige Gestalt, wie in den Figuren 60 und 61 dargestellt.

Wenn man sich zur Bergeförderung unmittelbar über dem Schacht befindlicher Haspel bedient, so muss man das Aufwickeln der Seile so dirigiren, dass dieselben bei der Begegnung der Tonnen möglichst weit von einander abstehen, wie dies Fig. 61 veranschaulicht, in welcher

Bayerische
Staatsbibliothek
München

die zu vermeidende Stellung in punktirten Linien angedeutet ist. Wendet man Kabel oder seitlich aufgestellte Fördermaschinen an, so müssen die Seilscheiben weit genug aus einander stehen. Nöthigenfalls, wenn der Schacht geringe Dimensionen hat, bringt man über den Tonnen besondere Führungen an oder lässt sie in ganz getrennten Trümmern auf- und abgehen.

Schliesslich ist noch zu empfehlen, vor jedem Treiben die Wandungen und den Boden der Tonne von aussen zu untersuchen; es kommt nämlich vor, dass Thonklumpen, wie solche zum Besetzen der Sprenglöcher dienen, am Boden der Tonne kleben bleiben und Gesteinsstücke mitnehmen, welche eine kurze Zeit lang daran haften und dann während des Treibens abfallen.

170. Seilbruch. — Die Vorsichtsmaassregeln zur Vermeidung von Seilbrüchen ergeben sich von selbst. Es ist eben eine unablässige Aufmerksamkeit erforderlich.

Täglich müssen die Seile auf das Sorgfältigste revidirt werden. Sobald ein Seil den geringsten Schaden zeigt, ist es abzulegen und um diese Vorsichtsmaassregel ausführen zu können, sind immer Reserveseile vorräthig zu halten.

Die bei einem Abteufen als bedenklich abgelegten Seile können fast immer bei anderen, weniger gefährlichen Arbeiten noch nützlich verwendet werden. Um so weniger darf ein nur im Geringsten defectes Seil beim Schachtabteufen geduldet werden.

171. Die Förderseile bestehen aus Hanf, Aloëfaser, Eisen- oder Stahldraht. Sie sind rund oder bandförmig, je nachdem sie sich auf Trommeln oder Bobinen aufwickeln sollen. — Diese verschiedenen Constructionen werden in dem Capitel über die Förderung besprochen werden; hier sei nur bemerkt, dass kleine Eisen- oder Stahldrahtseile sich mit Vortheil verwenden lassen, wenn sie sich auf Trommeln von hinreichend grossem Durchmesser aufwickeln. Gerade bei einem Schachtabteufen müssen bei Anwendung solcher Seile der Sicherheit gegen Seilbruch wegen die Trommeln einen viel grösseren Durchmesser haben, als bei Anwendung runder Hanf- oder Aloëseile.

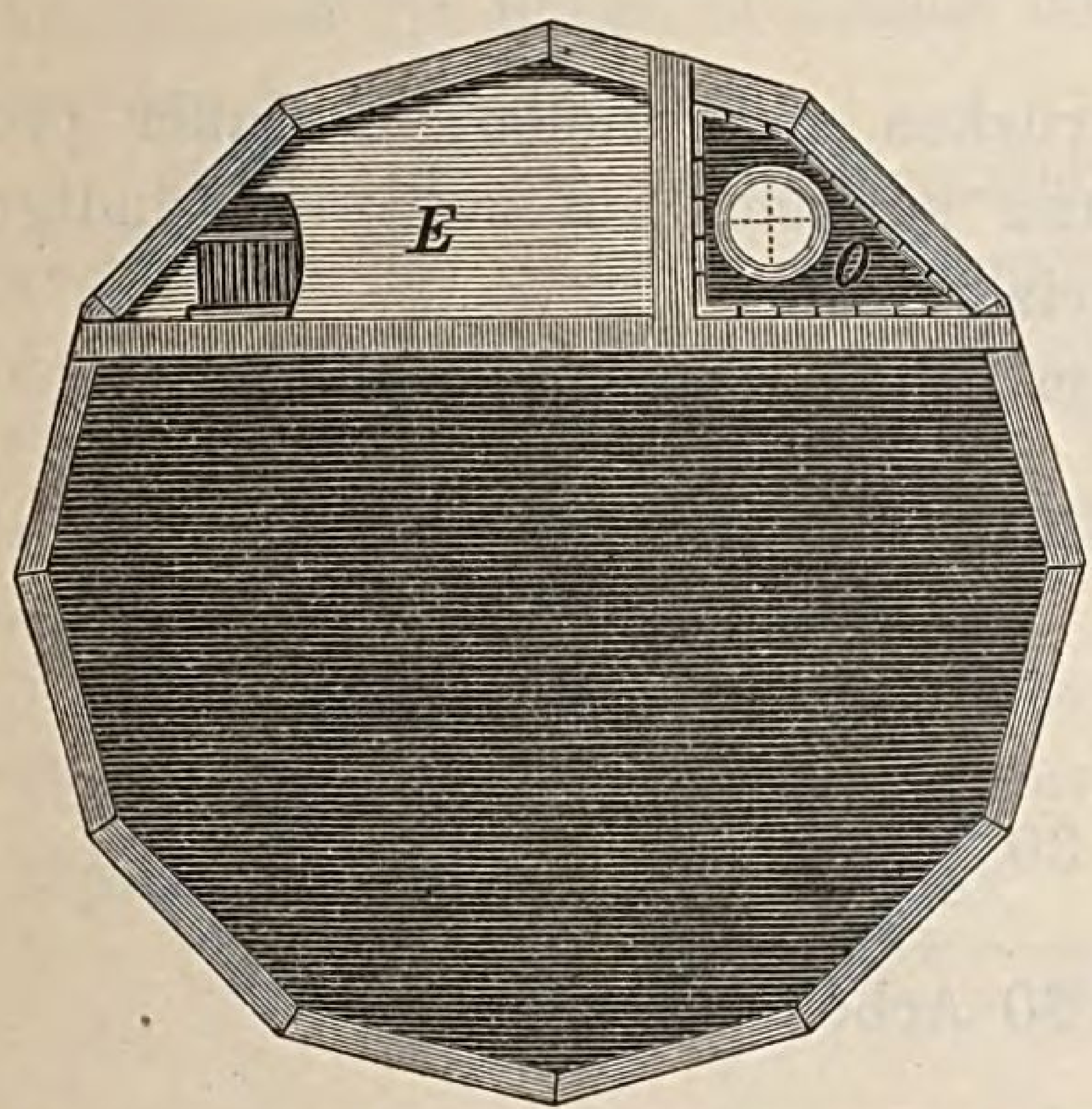
172. Eine Disposition, welche in Verbindung mit einer guten Verkleidung der Stösse allen vorerwähnten Gefahren begegnet, ist folgende:

Man wendet nur eine Tonne an und führt für dieselbe in einer Ecke des Schachtes ein kleines, vollständig abgeschlossenes Trumm nach. Der Aufzugsmaschine wird eine solche Stärke gegeben, dass dieselbe ohne Gegengewicht eine beladene Tonne von hinreichender Grösse emporfördern, unter allen Umständen also den Bergefall bewältigen kann.

Fig. 62 zeigt eine solche Disposition. *E* ist das Fahrtrumm, *O* das Fördertrumm, in welchem die Tonne durch die Bekleidung vollständig geführt ist.

Auf diese Weise können die Schachthauer in aller Sicherheit arbeiten und sind sogar vor den Folgen eines Seilbruches geschützt, denn sie können leicht vermeiden, während des Treibens unter dem Trumm *O* zu arbeiten. Diesem Vorbilde muss man sich also möglichst zu nähern suchen.

Fig. 62.



173. Das Schachtabteufen geschieht im Gedinge. Die Arbeit erfordert je nach den Dimensionen des Schachtes 4, 6 oder 8 Hauer, welche 8- oder 12stündige Schichten verfahren, sowie Hülfsarbeiter, welche die Berge einfüllen, herauffördern und oben in Empfang nehmen. Diese Arbeiter verfahren in der Regel 12stündige Schichten.

Die Arbeit wird ununterbrochen Tag und Nacht fortgesetzt. Es ergeben sich also in 24 Stunden zwei oder drei Hauerschichten, je nachdem die Hauer 12 oder 8 Stunden arbeiten. Das Letztere ist vorzuziehen, da in einem Abteufen, wo fast immer Wasser vorhanden ist, 8 Stunden Arbeitszeit reichlich genug sind.

174. Schachtabteufen rücken verhältnissmässig langsam nieder. Selten kann man bei ununterbrochener Arbeit mehr als 20 m im Monat abteufen. Treten Wasser auf, so geht die Arbeit noch bedeutend langsamer.

Das Abteufen wird schneller gehen, wenn es erst gelingen wird, den später zu betrachtenden Maschinenbetrieb in praktischer Weise dabei anzuwenden. Bis jetzt hat die Anwendung maschineller Hülfsmittel beim Schachtabteufen noch nicht die Beschleunigung des Vorrückens gebracht, welche beim Streckenbetriebe erzielt worden ist. Es ist jedoch kaum zweifelhaft, dass auch für das Schachtabteufen die entsprechenden Verbesserungen nicht lange mehr auf sich warten lassen werden.

175. Beim Schachtabteufen kommen verschiedene wichtige calculatorische Aufgaben vor.

176. Die erste Aufgabe besteht darin, möglichst genau den Preis zu berechnen, zu welchem das Abteufen verdungen werden kann.

Ein Beispiel wird leicht zeigen, wie diese Rechnung in jedem Falle angestellt wird. Zugleich wird sich dabei Gelegenheit zu einigen Andeutungen über die Organisation der Arbeit finden.

Es sei ein runder Schacht von 4,50 m Durchmesser auf 55 m abzuteufen. Von dem anderweitigen Betriebe her sei bekannt, dass diese 55 m aus 40 m Schiefer und 15 m Sandstein bestehen. Das tägliche Niederrücken wird zu 0,80 m im Schiefer und zu 0,50 m im Sandstein angenommen.

Es werden, um dieses Niederrücken zu erzielen, 8 Hauer pro 8 stündige Schicht angestellt. Hierzu kommen auf zwei 12 stündige Schichten 2 Bergelader und 4 Haspelzieher.

Hiernach bedarf es, um die 40 m Schiefer zu durchteufen:

$$\frac{40}{0{,}80} = 50 \text{ Tage}$$

und für die 15 m Sandstein:

$$\frac{15}{0{,}50} = 30 \text{ Tage,}$$

im Ganzen . . 80 Arbeitstage.

Es ist nun die tägliche Ausgabe zu berechnen.

In 24 Stunden werden aufgewendet:

$3 \times 8 = 24$ Hauerschichten,
zu etwa 6 Frcs. (4,80 Mk.) = 144 Frcs. (115,20 Mk.),

$2 \times 6 = 12$ Handlanger- (Schlepper-) Schichten
zu etwa 3,50 Frcs. (2,80 Mk.) = 42 Frcs. (33,60 Mk.),

im Ganzen . . 186 Frcs. (148,80 Mk.).

Multiplicirt man diese tägliche Ausgabe mit der Anzahl der erforderlichen Arbeitstage, so findet man als Gesammtbetrag des Arbeitslohnes für die 55 m Schachtabteufen:

$$186 \times 80 = 14\,880 \text{ Frcs. } (11\,904 \text{ Mk.}).$$

Das Gedinge pro laufenden Meter stellt sich sonach auf:

$$\frac{14\,880}{55} = 271 \text{ Frcs. } (216{,}80 \text{ Mk.}).$$

Oft kann man für das Gedinge pro 1 m Sandstein einfach das Doppelte desjenigen pro 1 m Schiefer ansetzen. In diesem Falle werden die 15 m Sandstein für 30 m Schiefer gerechnet und das Gedinge pro 1 m Schiefer ist dann:

$$\frac{14\,880}{40 + (2 \times 15)} = 212{,}50 \text{ Frcs. } (170{,}00 \text{ Mk.}).$$

Man würde also in diesem Falle das Gedinge pro 1 m Schiefer auf 212,50 Frcs. (170,00 Mk.) und pro 1 m Sandstein auf 425 Frcs. (340 Mk.) stellen.

177. Die zweite Aufgabe ist die Berechnung der Bergemenge, welche das Abteufen täglich liefern wird.

Die Kenntniss dieser Grösse ist wichtig, theils um die Stärke des anzuwendenden Förderapparates zu berechnen, theils um ermitteln zu können, ob die Berge in diesem oder jenem Grubenbaue untergebracht werden können, u. s. w.

Die Rechnung ist sehr einfach. Es braucht nur das Auflockerungsverhältniss des Gesteins (17) eingesetzt zu werden. In Folge dieser Auflockerung giebt ein Cubikmeter anstehenden Gesteins nach der Gewinnung 15 bis 18 Hektoliter. Der Cubikmeter anstehenden Gesteins wiegt 2400 bis 2500 kg. Der Cubikmeter gewonnenen Gesteins wiegt demnach nur 1400 bis 1500 kg.

Bei einem runden Schachte von 4,25 m Durchmesser und bei einem täglichen Absinken von durchschnittlich 0,60 m beträgt also die täglich entfernte Gesteinsmenge

$$\frac{3{,}14 \times 4{,}25^2}{4} \times 0{,}60 = 14{,}180 \text{ cbm.}$$

Angenommen, dass 1 Cubikmeter anstehenden Gesteins 18 Hektoliter Berge liefert, so sind täglich zu fördern:

$$14{,}180 \times 18 = 255 \text{ Hektoliter.}$$

Wenn also Tonnen von $1^1/_2$ Hektoliter Fassungsraum angewendet werden, so hat man deren täglich 170 zu heben.

178. Beim Schachtabteufen sind zwei Fälle zu unterscheiden:

1. Das Schachtabteufen beginnt von Tage aus.

2. Dasselbe wird unterhalb einer in Betrieb befindlichen Sohle fortgesetzt.

179. A. Schachtabteufen von Tage aus. — Zuerst wird ein Handhaspel aufgestellt, mit welchem die Berge der ersten 20 bis 30 m herausgefördert werden. Während dieser Zeit montirt man entweder einen Dampfkabel oder eine definitive Fördermaschine, je nach der voraussichtlichen Zeitdauer des Abteufens, dem Preise der Maschine und der Höhe der später zu erwartenden Production.

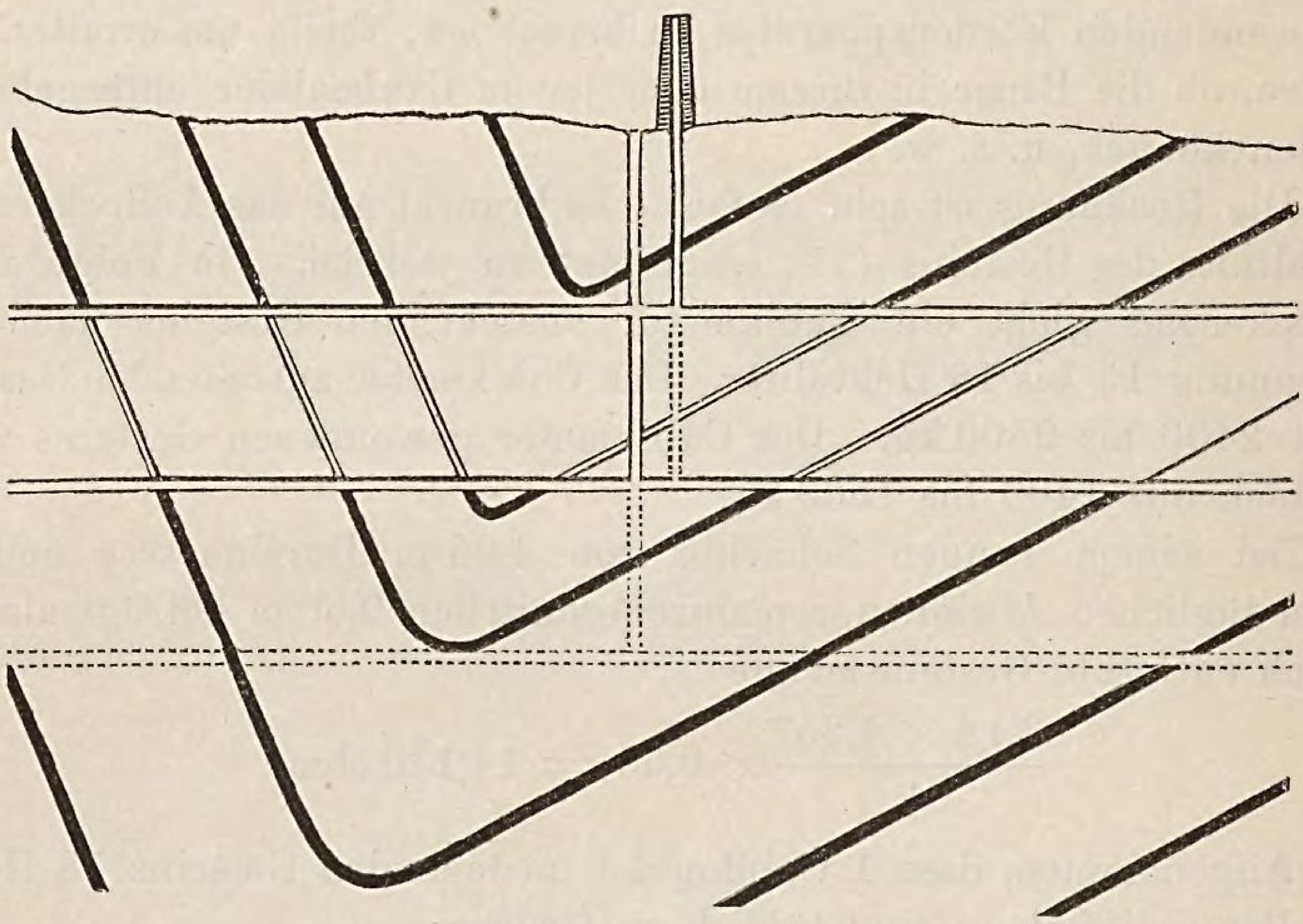
Gewöhnlich ist es vortheilhafter, für das Abteufen nur eine kleine, provisorische Maschine aufzustellen und zwar so, dass sie die Montage der definitiven Fördermaschine und die Aufstellung des definitiven Fördergerüstes nicht hindert.

180. B. Weiterabteufen unter einer in Betrieb befindlichen Sohle. — Dies ist der gewöhnlichste Fall. Während eine

Sohle von bestimmter Teufe im Abbau begriffen ist, muss der Förderschacht um 30 bis 50 oder mehr Meter weiter abgesunken werden, um eine neue Sohle auszurichten (Fig. 63).

Dieses Abteufen muss also geschehen, ohne den Betrieb der höheren Sohle und die Regelmässigkeit der Production zu stören, so

Fig. 63.



dass bei eingetretener Erschöpfung der oberen Sohle eine neue vollständig vorgerichtete zur Verfügung steht.

181. Man kann nicht daran denken, den Förderschacht direct zu vertiefen. Das fortwährende Auf- und Abgehen der Förderkörbe, das Aufstossen und Abziehen der Förderwagen an den Füllörtern und an der Hängebank würde für die mit dem Abteufen beschäftigten Arbeiter ausserordentlich gefährlich sein, wenn man dieselben direct auf der Sohle des vorhandenen Schachtes anstellen wollte. Auch würde die Bergeförderung aus dem Abteufen die Kohlenförderung beträchtlich stören.

Um diese Uebelstände zu vermeiden, wendet man das Abteufen unter der Schwebe an.

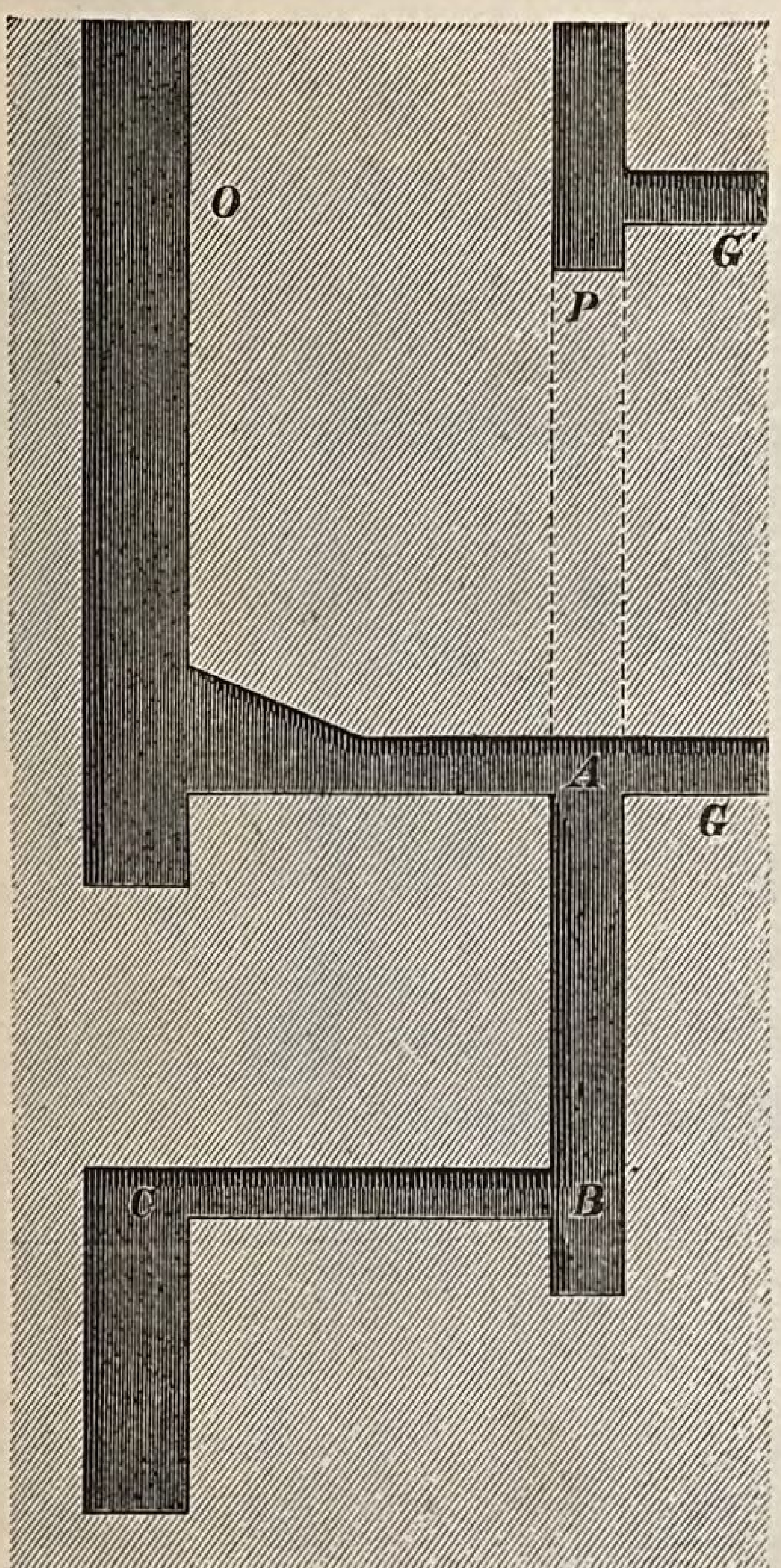
182. Diese Methode besteht darin, dass zwischen der bisherigen Schachtsohle und dem Abteufen ein die Arbeiter schützender Gesteinspfeiler (Schwebe) stehen bleibt.

Zu diesem Zwecke bringt man zuerst seitwärts einen kleinen Hülfsschacht AB (Fig. 64) nieder. Wenn derselbe eine hinreichende Teufe, etwa von 10 oder 15 m, erreicht hat, wird von seiner Sohle aus eine Strecke bis unter den Hauptschacht getrieben. Senkrecht unter diesem

wird ein Raum von der nöthigen Grundfläche ausgebrochen und nunmehr das eigentliche Abteufen begonnen.

Es wird ein Haspel bei *C* über dem Abteufen und ein zweiter bei *A* über dem Hülfsschacht aufgestellt. Die Berge werden zunächst mittelst des ersten Haspels gehoben, dann auf Wagen bis an den Hülfsschacht transportirt und schliesslich durch diesen mittelst des zweiten Haspels emporgefördert. Wenn das Abteufen tief ist, z. B. 50 m überschreitet, so ist man zuweilen genöthigt, in der Mitte der zu erreichenden Teufe auf einer festen Bühne einen dritten Haspel aufzustellen.

Fig. 64.



Hat das Abteufen die gewünschte Teufe erreicht, so wird die Schwebe ohne die geringste Schwierigkeit durch Ueberbrechen weggenommen.

183. Der difficilste Punkt ist die Feststellung der Schachtaxe. Diese erzielt man mit Hülfe folgender Methoden:

184. 1. Mit Bohrlöchern, welche man durch die Schwebe stösst und, wenn in dem bisherigen Schachttiefsten Wasser steht, nachher mit Holzpfropfen wieder verschliesst. Dieses Verfahren ist nicht unbedingt zuverlässig, da das Bohrgestänge während des Bohrens von der Lothlinie abweichen kann. Dieser Umstand ist nicht so sehr zu befürchten, wenn das Loch nur flachgelagerte Schichten zu durchbohren hat; obgleich der Bohrer auch dann durch Auftreffen auf Eisensteinnieren oder dergleichen abgelenkt werden kann. Wenn dagegen die Schichten steil stehen, so ist mit Sicherheit zu erwarten, dass das Gestänge während des Abbohrens sich biegen und der ersten weicheren Einlagerung, welche es antrifft, folgen wird. Ueberhaupt erfolgt die Abweichung bei einiger Neigung der Schichten stets nach dem Einfallen derselben hin.

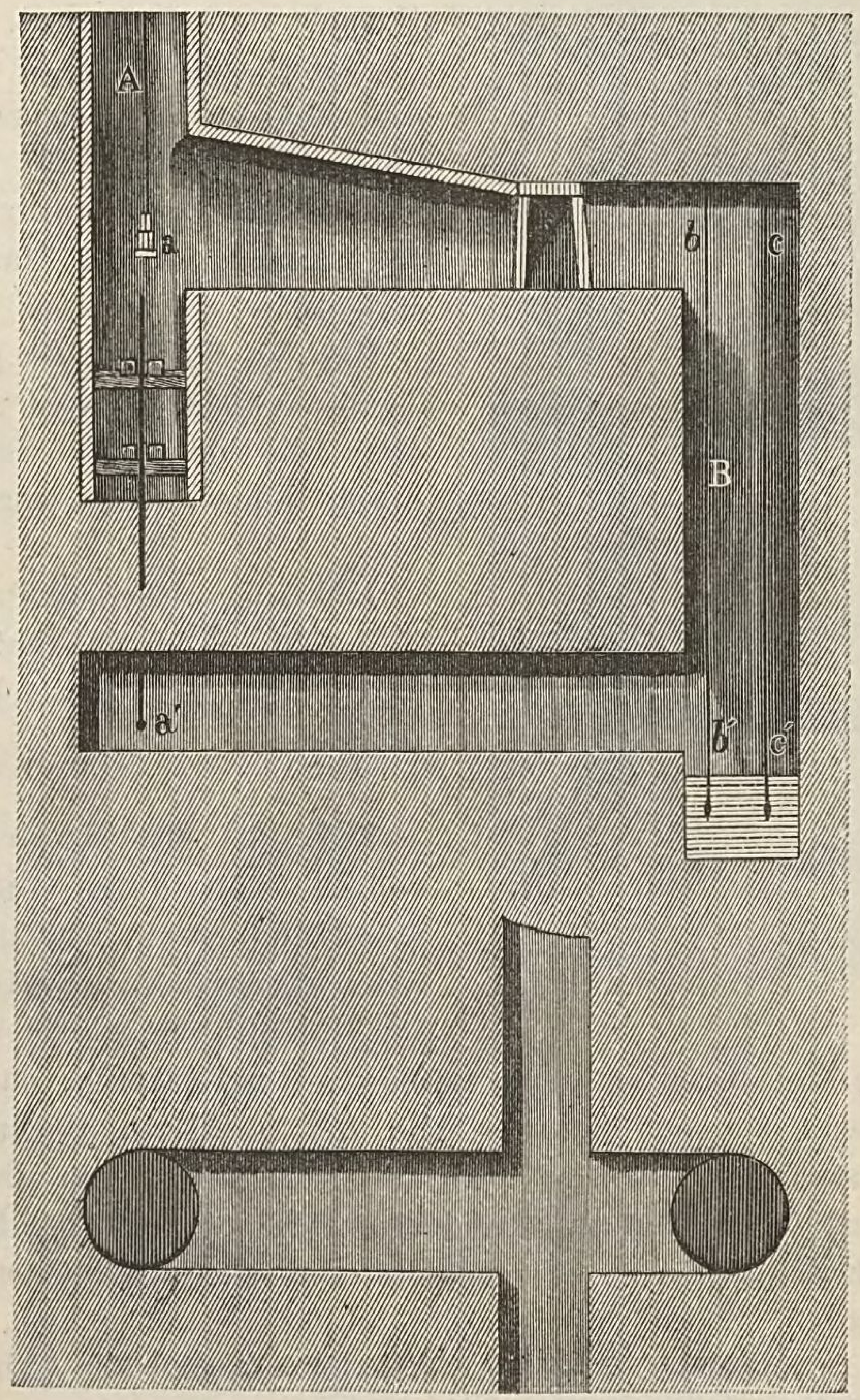
Jedenfalls muss bei Anwendung dieser Methode das Gestänge in der in Fig. 65 (a. f. S.) dargestellten Weise gut geführt werden.

Das Bohren hat in den Pausen der Förderung zu erfolgen, damit die damit beschäftigten Arbeiter nicht durch diese gefährdet werden.

185. 2. Mit Lothen. — Diese Methode ist die einfachste und genaueste. Sie ist daher, wenn es irgend angeht, anzuwenden.

A (Fig. 65) sei der Förderschacht, *B* der Hülfsschacht. In dem Mittelpunkte des Förderschachtes wird eine Lampe *a* und in dem Hülfsschachte werden zwei Lothe *bb'* und *cc'* so aufgehängt, dass die drei Punkte *a*, *b*, *c* sich genau in einer geraden Linie befinden. Die Lothe *bb'*

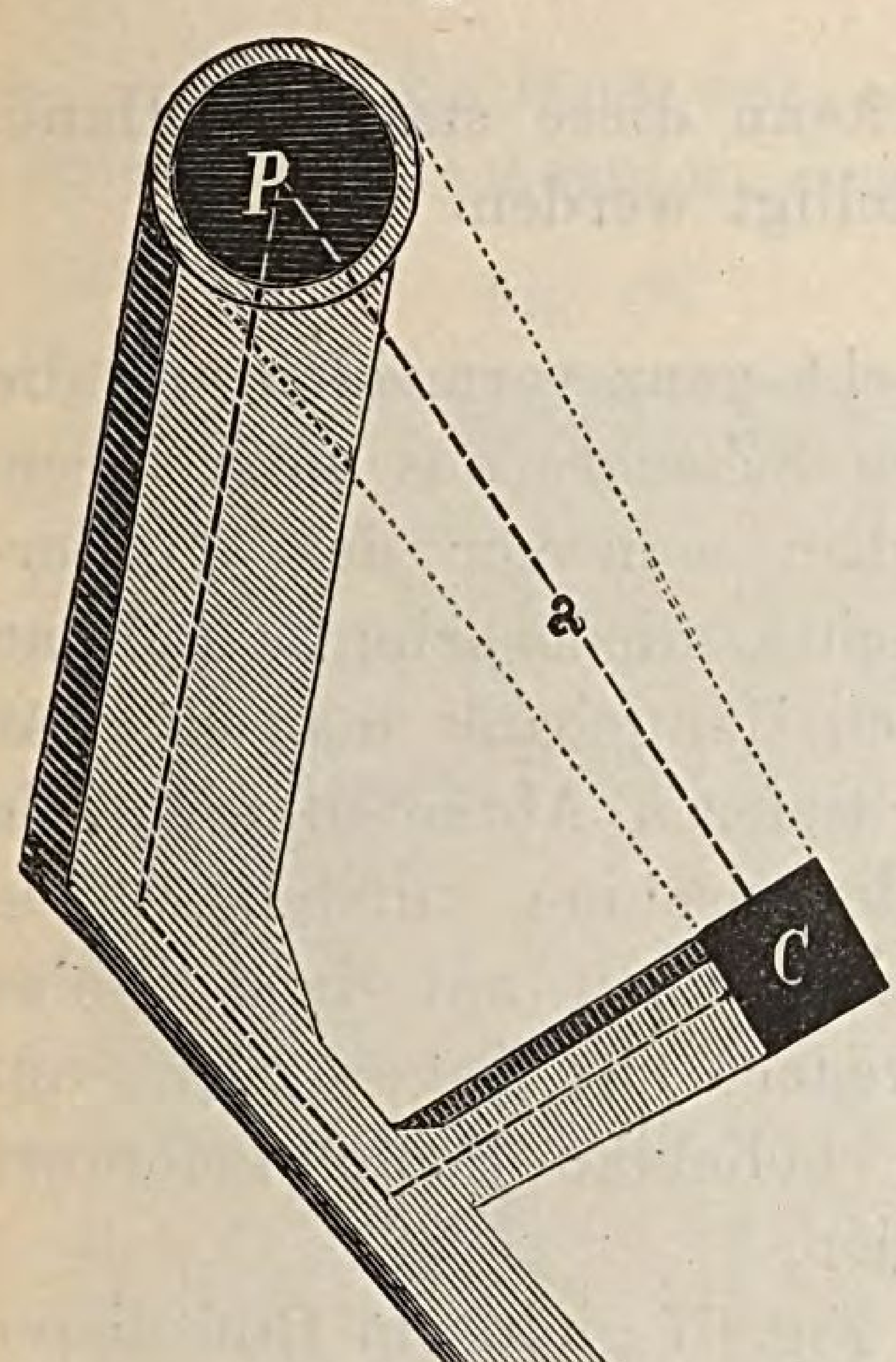
Fig. 65.



und *cc'* hängen bis auf die Sohle des kleinen Schachtes und ihre Gewichte tauchen, um Schwankungen zu vermeiden, in Wasser. Die Entfernung *ab* ist mit einer Schnur genau gemessen. Man braucht dieselbe in dem unteren Niveau nur in der Richtung der beiden Lothe zurückzumessen, um so zu sagen mathematisch genau wieder in die Schachtaxe zu gelangen.

186. 3. Mit dem Compass oder dem Winkelmesser. — Es versteht sich von selbst, dass bei der vorigen Methode der Förderschacht von dem Hülfsschachte aus muss gesehen werden können, was indessen nicht immer möglich zu machen ist. Im letzteren Falle muss man sich der markscheiderischen Messung mit dem Compass oder dem Winkelmesser bedienen.

Fig. 66.



Die Aufgabe besteht in der Ausführung eines Markscheiderzuges zwischen den Axen der beiden Schächte (Fig. 66), der Berechnung der Verbindungsrichtung und deren Abgabe in der Sohle des Hülfsschachtes. Der letztere Theil der Aufgabe ist bei Anwendung des Compasses einfach, da hier der magnetische Meridian in der Sohle des Hülfsschachtes zur Anlegung des Abgabewinkels benutzt wird. Die Anwendung des Compasses hat aber den Nachtheil, dass die Beobachtung durch die Nähe von Eisen unzuverlässig werden kann. Mit einem Winkelmesser, event. Theodolith ausgeführt, wird die Messung zwar genauer, es werden dann aber zur Abgabe der Verbindungsrichtung zwei Lothe in dem Hülfsschachte erforderlich.

187. Die der Schwebe zu gebende Dicke ist je nach den Umständen verschieden. Bei gutem Gebirge und Abwesenheit von Wasser in dem Tiefsten des weiter abzuteufenden Förderschachtes genügt ein Pfeiler von 3 bis 4 m. Ist dagegen das Gebirge schlecht und sind Wasserdurchsickerungen zu befürchten, so muss eine Schwebe von 5, 6 oder selbst 10 m stehen bleiben.

Die Teufe, welche der Hülfsschacht erhält, ermittelt sich leicht, wenn die Stärke der Schwebe erst bestimmt ist.

188. Das Verfahren des Abteufens unter der Schwebe, wie wir es hier betrachtet haben, vermeidet die beiden oben erwähnten Nachtheile des directen Abteufens vollständig: Es schützt die Arbeiter gegen die Gefahren, welche aus der über ihnen umgehenden Schachtförderung entspringen und stört die letztere nicht. Das Verfahren ist jedoch kostspielig wegen des Hülfsschachtes und der Strecken, sowie wegen der unvortheilhaften Bergeförderung.

In manchen Fällen können diese letzteren beiden Schattenseiten in nachstehender Weise zum Theil oder sogar vollständig umgangen werden.

189. Zunächst kann man den Hülfsschacht in die Verlängerung eines anderen Schachtes, z. B. des Wetter- oder des Pumpenschachtes, legen, so dass die Herstellungskosten dieses Hülfsschachtes nicht verloren sind. Fig. 64 (S. 103) zeigt diese Anordnung. Der Hülfsschacht liegt in der Verlängerung des Wetterschachtes *P* und kann also später nutzbar gemacht werden.

Was die Bergeförderung betrifft, so kann diese statt von Hand, mittelst Dampf- oder Lufthaspels bewerkstelligt werden.

190. Man kann sogar den Hülfsschacht ganz vermeiden und die Schwebe von einem anderen benachbarten Schachte aus unterfahren, welchen man vor dem Förderschachte niederbringt und an dessen Hängebank man eine für alle tieferen Abteufen dienende Fördermaschine aufstellt. Die Berge können auf diese Weise entweder zu Tage oder auf eine beliebige Sohle gefördert werden.

Fig. 67.

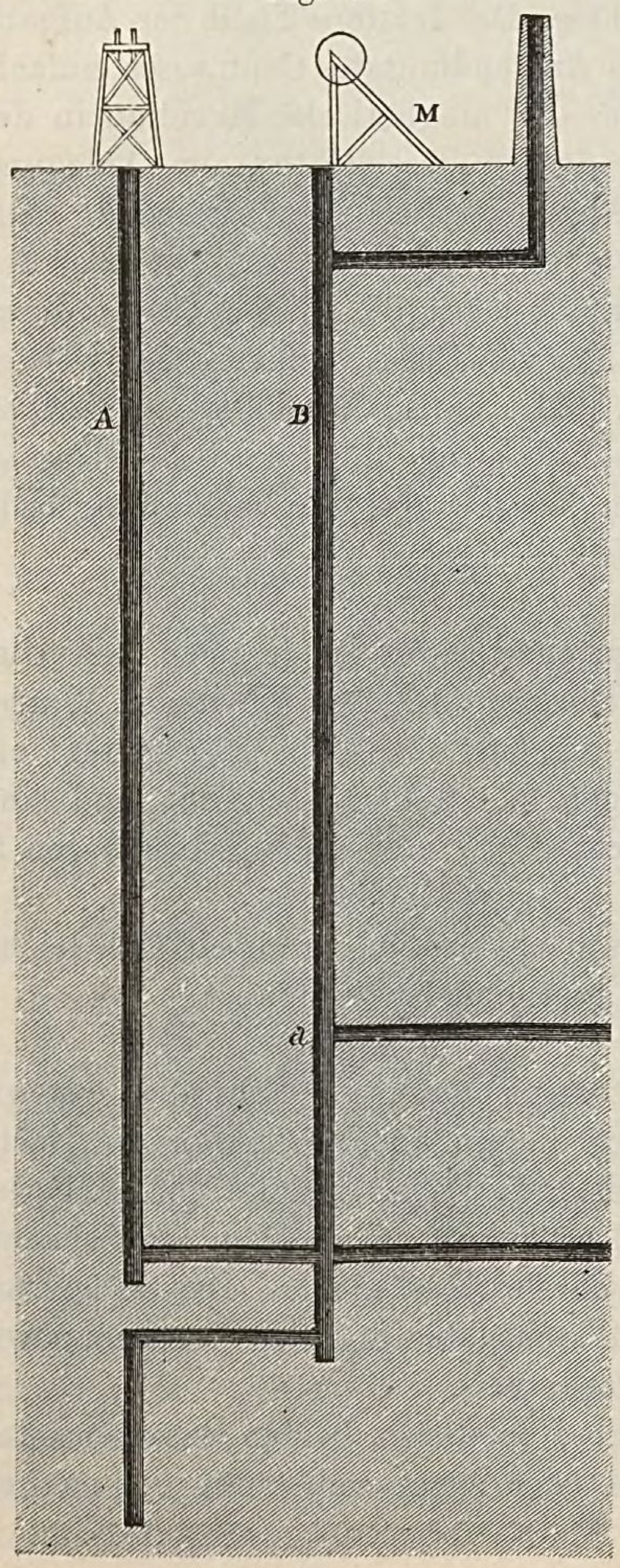


Fig. 67 giebt ein Bild dieser sehr vortheilhaften Disposition.

A ist der Förder-, *B* der Wetterschacht. — Statt diesen nachrücken zu lassen, wie im vorhergehenden Falle, lässt man ihn dem Förderschachte vorausgehen, so dass das Abteufen des letzteren von dem Wetterschachte aus angesetzt werden kann. Eine über Tage aufgestellte stationäre Maschine *M* hebt die Berge entweder bis zur Hängebank oder bis auf die Wettersohle *a*, von welcher aus sie vortheilhaft in die im Betriebe befindlichen Abbaue verstürzt werden können.

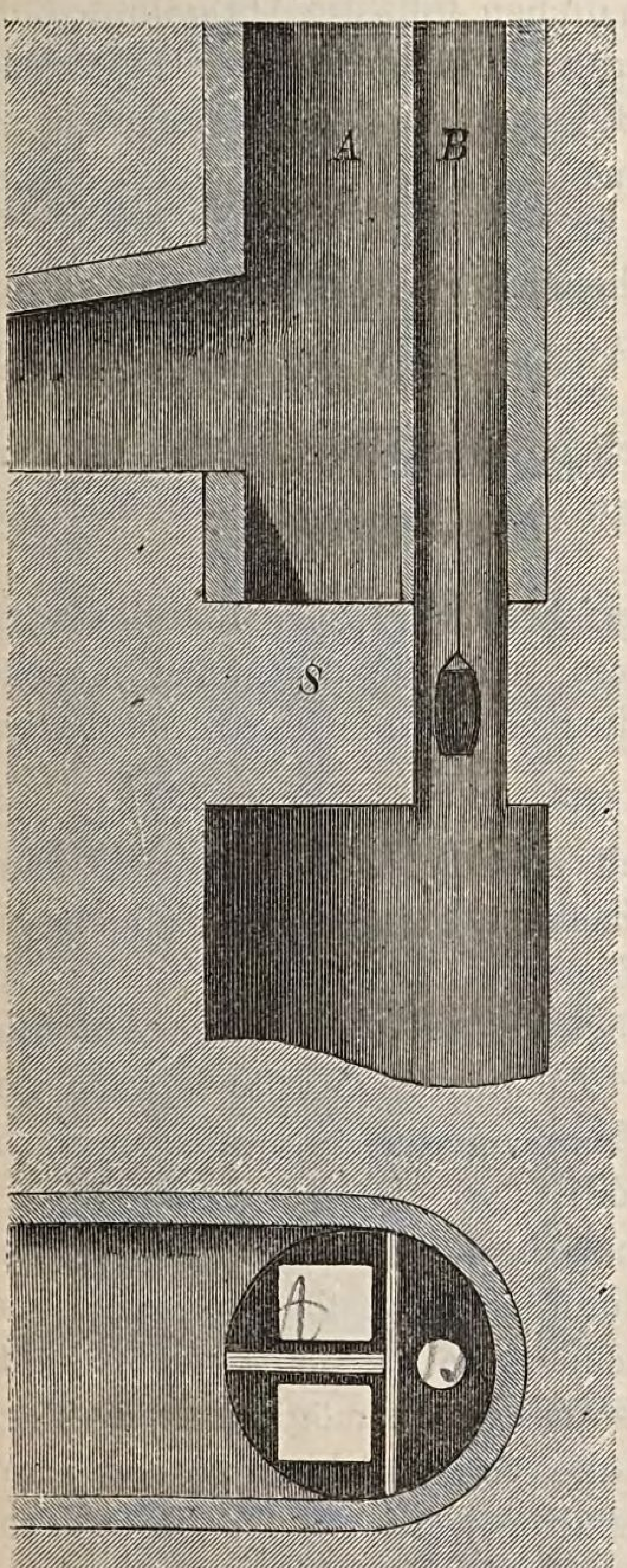
Wir werden später sehen, dass das Vorausgehenlassen des Wetterschachtes für die Vorrichtung der Sohlen so grosse Annehmlichkeiten mit sich bringt, dass dasselbe auch dann zu empfehlen ist, wenn der Wetter-

schacht nicht als Hülfsschacht beim Abteufen des Förderschachtes benutzt wird.

Statt des Wetterschachtes kann auch der Wasserhaltungs- oder jeder andere benachbarte Schacht als Hülfsschacht für das Weiterabteufen des Förderschachtes benutzt werden.

191. Es lässt sich noch ein anderer Weg beim Weiterabteufen eines Förderschachtes einschlagen, der mit den Vorzügen des Abteufens unter der Schwebe alle diejenigen des directen Abteufens vereinigt.

Fig. 68.



Häufig ist nicht der ganze Schachtquerschnitt für die Förderung in Anspruch genommen. In einem solchen Falle genügt es, nur unter den Fördertrümmern eine Schwebe stehen zu lassen, während der freie Theil des Schachtes direct weiter abgeteuft werden kann und die Stelle des Hülfsschachtes versieht.

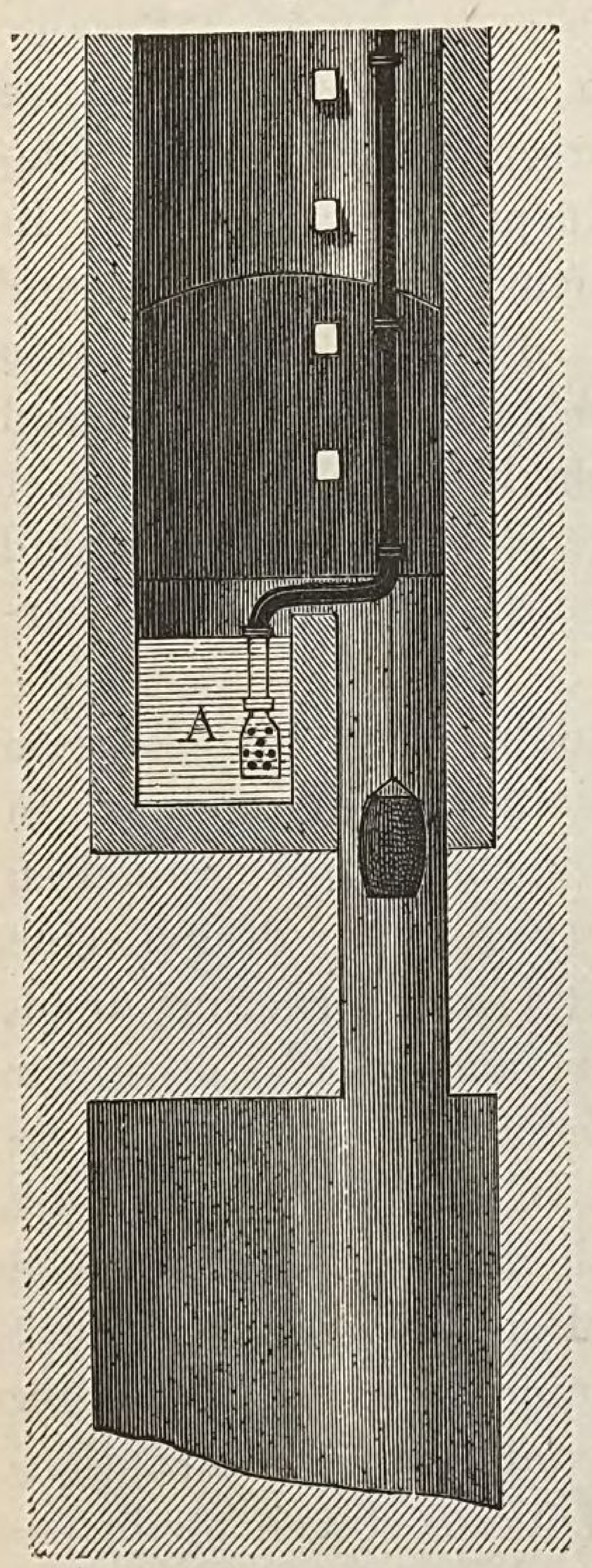
Es handle sich beispielsweise um das Weiterabteufen eines in zwei Hauptabtheilungen getheilten Schachtes (Fig. 68), dessen eine Abtheilung (*A*) zur Förderung dient, während die andere (*B*) etwa für den ausziehenden Wetterstrom reservirt ist. Diese Anordnung findet sich vielfach auf schlagwetterfreien Gruben. Man teuft nun zunächst die Abtheilung *B* um einige Meter ab, so dass unter der Förderabtheilung der Pfeiler *S* stehen bleibt. — Sobald der letztere stark genug erscheint, also etwa bei 5 oder 8 m Teufe, erbreitert man das Abteufen und giebt ihm den gewünschten Querschnitt.

Die Berge können, wenn die Abtheilung *B* frei ist, mit Hülfe einer Dampfmaschine direct zu Tage gehoben werden, andernfalls, z. B. wenn diese Abtheilung die Pumpen enthält, wird man wenigstens ein nöthigenfalls durch Rollen geführtes Drahtseil hindurchleiten können, mittelst dessen die Tonnen bis zum Füllorte gehoben werden. Hier füllt man

die Berge in Wagen und schafft sie in die Abbaue oder fördert sie mit der Hauptfördermaschine zu Tage. Mag also die Abtheilung *B* frei sein oder nicht, jedenfalls kann die Abteufmaschine über Tage aufgestellt werden. Zieht man gleichwohl die unterirdische Aufstellung vor, so genügt eine einzige Maschine an Stelle der zwei bei dem anderen Verfahren erforderlichen Haspel.

Besser ist es, die Maschine über Tage aufzustellen, wo sie dauernd verbleiben und bei jedem ferneren Abteufen wieder benutzt werden kann. Zwischenzeitlich kann sie dann zur Montage und Unterhaltung der Pumpen dienen, falls die Abtheilung *B* die Wasserhaltung enthält. Dient dieses Trumm zur Wetterführung, so ist es immerhin angenehm, eine stationäre Fördervorrichtung als Reserve zu besitzen.

Fig. 69.



Vorstehendes Verfahren bietet sonach jede nur wünschenswerthe Sicherheit und zugleich die vortheilhafteste Förderung der Berge. Auch gewährleistet es, was nicht zu unterschätzen ist, die Geradlinigkeit der Schachtaxe.

Das Verfahren wird also überall da anzuwenden sein, wo nicht die ganze Schachtscheibe für die Kohlenförderung benutzt wird.

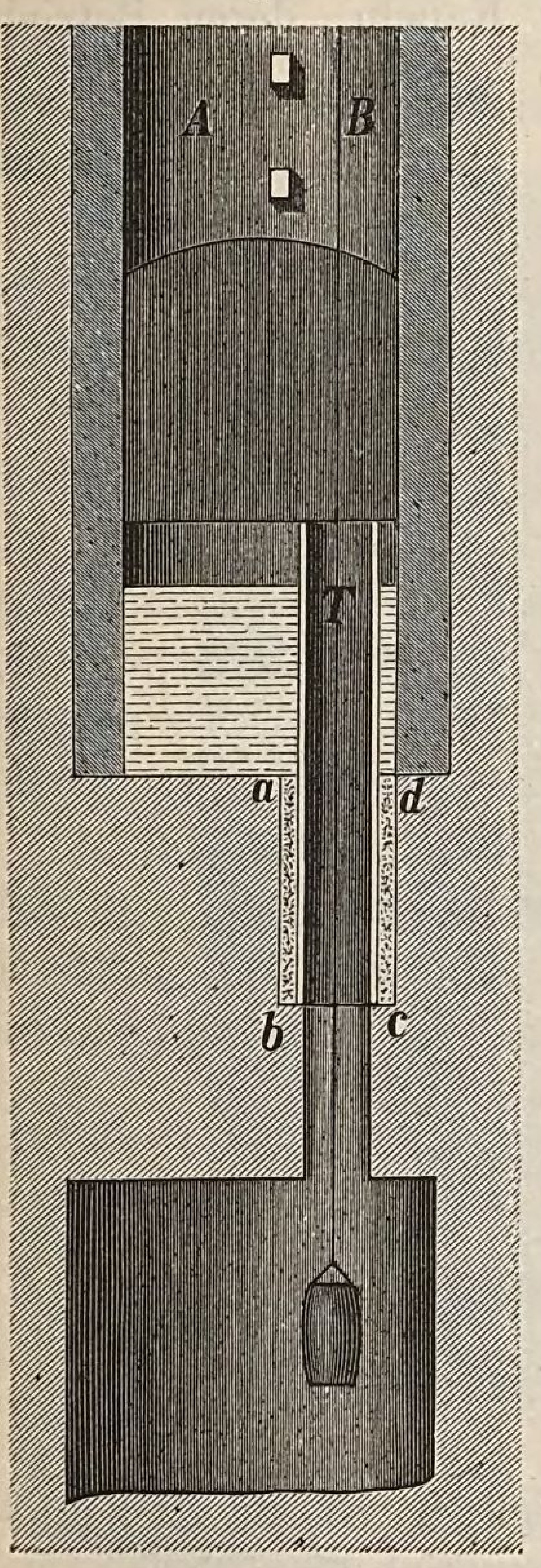
192. Hierbei kann sich jedoch eine Schwierigkeit einstellen. Wenn sich nämlich der Schacht unterhalb des Füllortes in einen Sumpf zur Aufnahme der Grubenwasser fortsetzt, so gilt es, diese von dem Abteufen abzuhalten. Zu diesem Zwecke können verschiedene Anordnungen getroffen werden, z. B. folgende:

Man mauert die Sohle und die Seiten der Abtheilung *A* (Fig. 69) aus und verputzt mit Cement, so dass eine wasserdichte Cisterne entsteht. Diese Arbeit wird so rasch wie möglich ausgeführt, während die Wasser so lange mit Hülfe von Handpumpen oder auf irgend eine andere Weise zu Sumpf gehalten werden. Ist die Cisterne fertig, so leitet man die Wasser durch Gerinne hinein und lässt den Saugkorb des untersten Pumpensatzes hineintauchen. Wenn dieser künstliche Sumpf gut ausgeführt ist, so geht das Abteufen fast ohne Wasser vor sich.

193. Eine andere Anordnung ist zu Liévin in Nordfrankreich mit gutem Erfolge versucht worden. Fig. 70 bringt dieselbe zur Anschauung.

In der Sohle der Abtheilung *B* wird zunächst ein kleiner runder Schacht *abcd* abgeteuft. Dies geschieht unter provisorischer Trockenhaltung des Sumpfes durch Handpumpen oder andere Mittel. Hierauf bringt man ein aus Eisenblech wasserdicht zusammengefügtes Rohr *T* ein. Der Raum zwischen diesem Rohre und der Wandung des kleinen Schachtes *abcd* wird mit hydraulischem Beton ausgefüllt. Alsdann kann man die Wasser in dem Sumpfe wieder aufgehen lassen und das Abteufen durch das Rohr *T* hindurch fortsetzen. Letzteres erhält einen Durchmesser, der das Hindurchgehen der Fördertonnen gestattet.

Fig. 70.



194. Es wurde schon erwähnt, dass das Wegnehmen der Schwebe durch Ueberbrechen erfolgt. Behufs Ausführung dieser Arbeit ist das Abteufen unter der Schwebe mit einer starken Bühne zu überdecken, welche die fallenden Berge aufnimmt.

Die Arbeit mittelst Ueberbrechens ist übrigens eine sehr vortheilhafte und kann zweckmässiger Weise auch in anderen Fällen, als dem hier vorliegenden, zur Anwendung gebracht werden. Einige Beispiele mögen dies erläutern:

1. Es sei *O* (Fig. 64, S. 103) der Förderschacht und *P* der Wetterschacht. Letzterer ist, wie dies häufig der Fall ist, gegen den ersteren um eine Sohle zurück, da es für die Wetterführung genügt, wenn er mit den oberhalb der Bausohle befindlichen Strecken in Verbindung steht. Es handle sich nun darum, den Schacht nach einer tieferen Sohle abzuteufen. — Das Verfahren hinsichtlich des Förderschachtes haben wir bereits kennen gelernt. Der Wetterschacht aber kann entweder durch Abteufen von der Sohle *G'* oder durch Ueberbrechen von der Sohle *G* aus hergestellt werden.

2. Angenommen, es solle behufs grösserer Entwickelung einer Anlage zu schon vorhandenen Schächten ein fernerer niedergebracht werden. Wenn die Sache eilig ist, was öfters vorkommt, so kann man den neuen Schacht mit Hülfe eines der alten herstellen, indem man ihn von diesem aus an mehreren Punkten gleichzeitig in Angriff nimmt. Dabei können einige Abschnitte durch Abteufen, andere durch Ueberbrechen hergestellt werden (Fig. 71, a. f. S.).

3. Es wurde weiter oben als Beispiel der Fall erwähnt, dass ein Förderschacht von einem der benachbarten, schon vorhandenen Schächte aus unter einer Schwebe abgeteuft wird. — Nichts hindert aber, statt den Förderschacht durch Abteufen herzustellen, zunächst den anderen Schacht bis zu der gewünschten Teufe niederzubringen und die ganze Verlängerung des Förderschachtes durch Ueberbrechen herzustellen (Fig. 72). Auf diese Weise umgeht man die Bergeförderung mit unterirdischen Haspeln oder Kabeln, deren Betrieb immer kostspieliger ist als derjenige einer Fördermaschine über Tage.

Fig. 71.

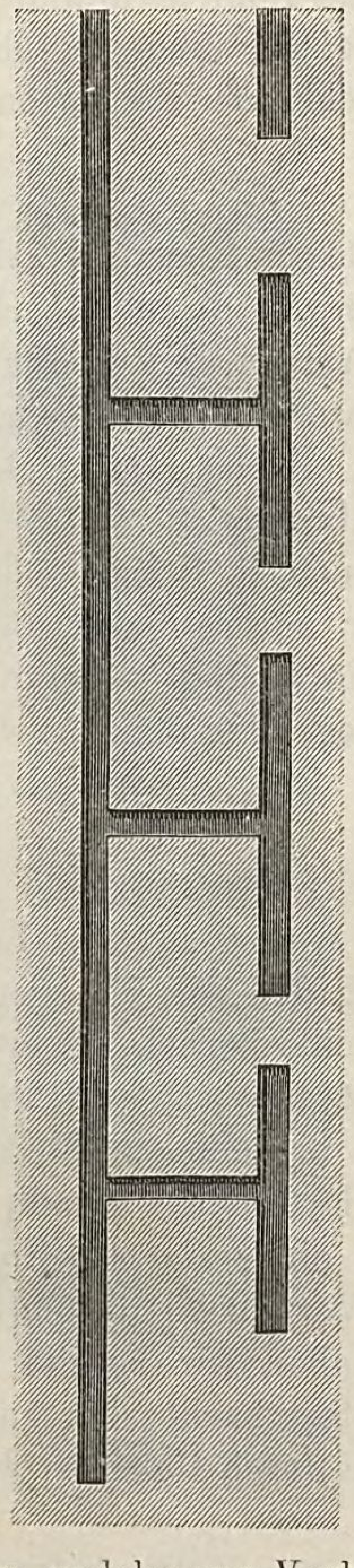
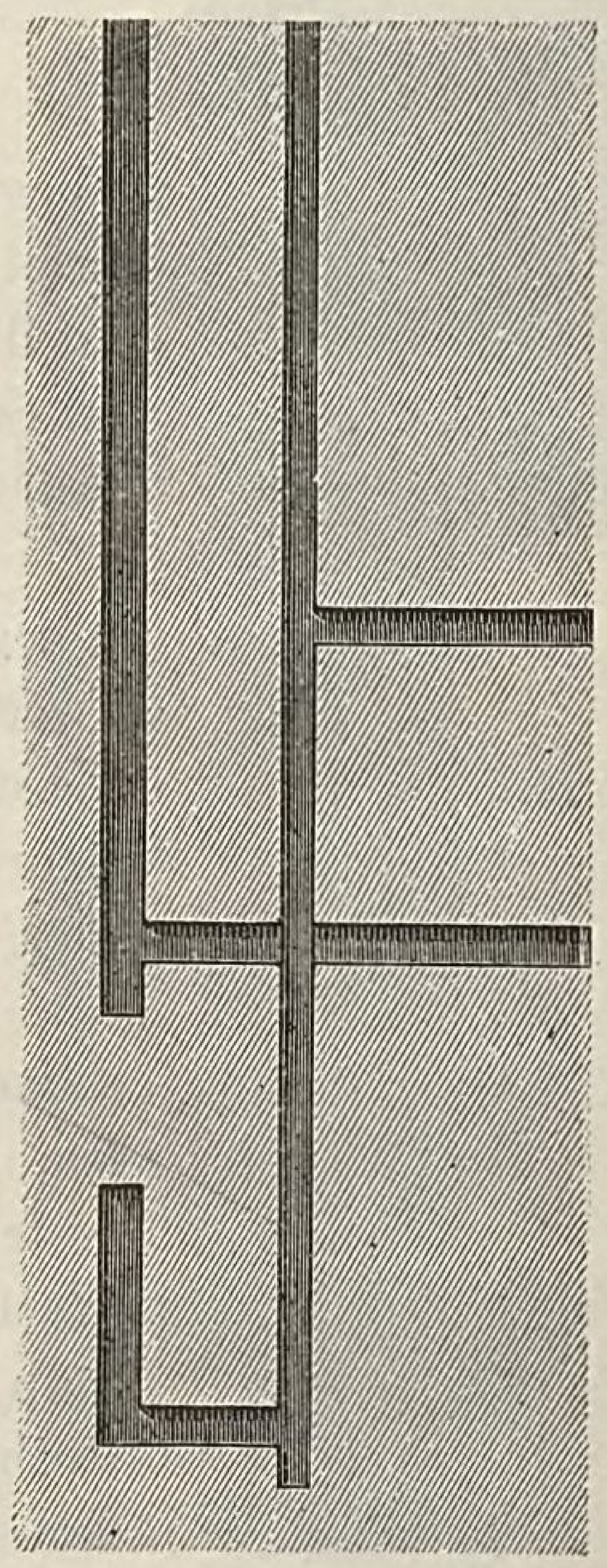


Fig. 72.



4. Oft auch sind im Inneren der Grube kleine, sogenannte blinde Schächte herzustellen, welche zur Verbindung verschiedener Niveaus dienen. Auch diese Schächte können entweder durch Abteufen von der oberen oder durch Ueberbrechen von der unteren Sohle aus hergestellt werden.

195. Solche Beispiele könnten noch mehr angeführt werden, aber die vorstehenden zeigen zur Genüge, dass man in vielen Fällen die freie Wahl zwischen Abteufen und Ueberbrechen hat. Die letztere Methode

soll daher hier um so mehr noch näher betrachtet werden, als sie unbestreitbare Vorzüge vor der ersteren besitzt.

196. Diese Vorzüge sind folgende:

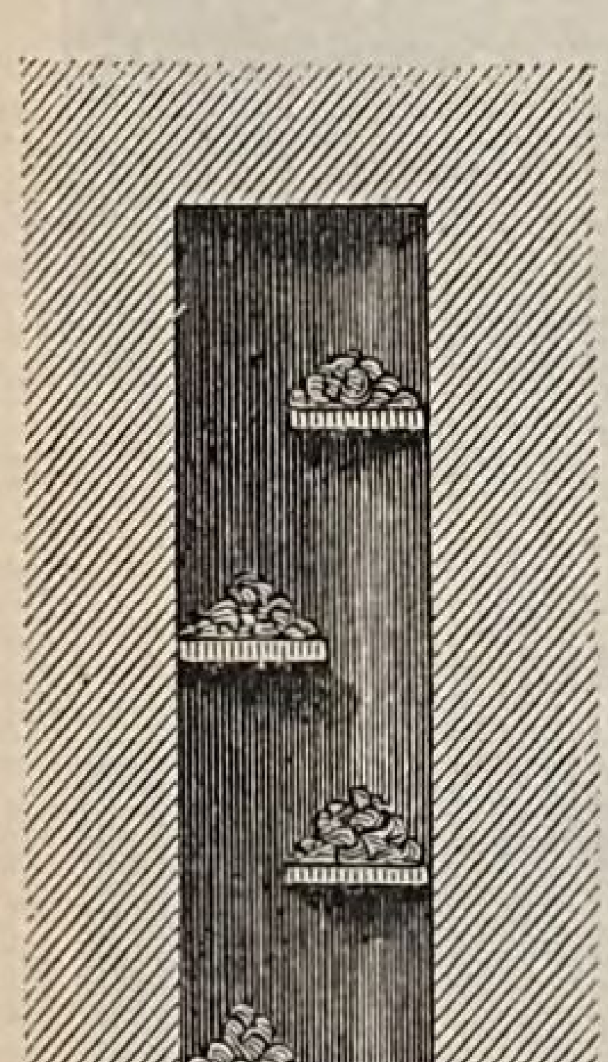
1. Die Bedingungen für die Hauerarbeit sind günstiger; die Sprengschüsse bringen mehr ein, weil das Gewicht des Gesteins die Wirkung des Pulvers unterstützt. Man könnte einwenden, dass dieser Vortheil durch das schwierigere Bohren der Firstenlöcher wieder aufgehoben werde. Die Erfahrung bestätigt dies indessen nicht. Die Arbeiter erlangen sehr bald Fertigkeit in dieser Arbeitsweise und das Vorrücken ist beim Ueberbrechen thatsächlich ein schnelleres als beim Abteufen.

2. Die Berge gelangen durch ihr eigenes Gewicht aus dem Wege und lassen sich kostenlos direct in die Förderwagen füllen, ohne erst durch Maschinen oder Handhaspel gehoben zu werden.

3. Da die Wegschaffung der Berge mit dem Vorrücken von selbst gleichen Schritt hält, so halten sie die Hauerarbeit nicht auf, wie dies beim Abteufen vorkommt. Beim Ueberbrechen kann fast unmittelbar nach dem Abschiessen der Sprenglöcher mit dem Bohren wieder begonnen werden, während beim Abteufen zunächst die gelockerten Gesteinsmassen vollends hereingewonnen und in die Tonne geladen werden müssen. Die Arbeit schreitet also beim Ueberbrechen schneller fort.

4. Das Wasser, welches beim Schachthauen fast niemals fehlt, wird hier in keiner Weise unbequem. Bei gewöhnlichem Abteufen verschlingt die Wasserhaltung oft einen erheblichen Theil der Kosten und verzögert das Vorrücken; dabei sind die Arbeiter fortwährend im Nassen und arbeiten unter widerwärtigen Umständen. Die Wichtigkeit dieses Punktes weiss jeder Bergwerksbetreiber zu würdigen, ohne dass hier weiter darauf eingegangen zu werden braucht.

Fig. 73.



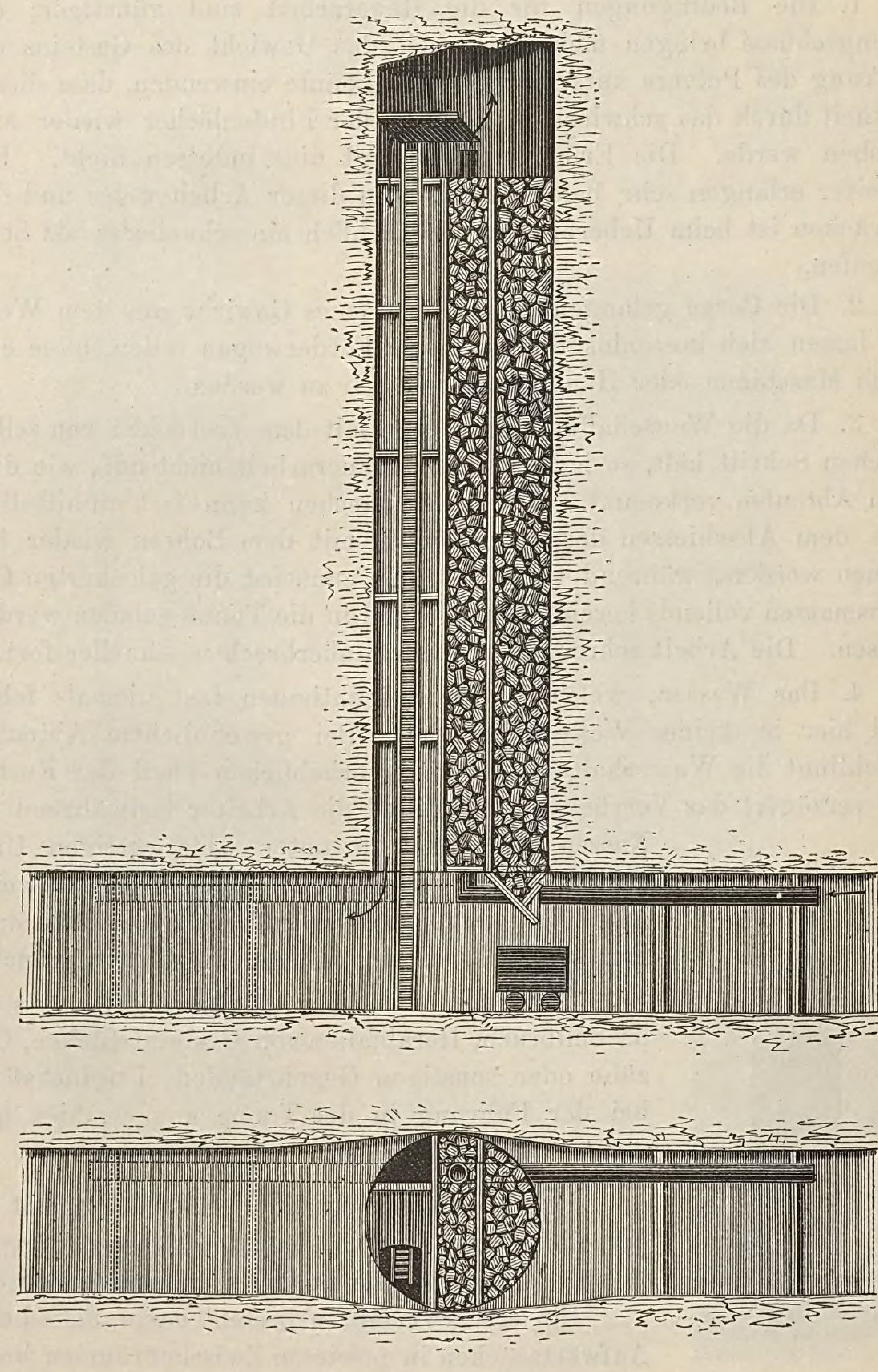
5. Die Sicherheit der Arbeiter ist viel grösser, da Seilbruch, Herabfallen von Gesteinsstücken, Gezähe oder sonstigen Gegenständen, Unglücksfälle bei der Fahrung in der Tonne u. s. w. hier gar nicht in Frage kommen.

197. Nachdem wir die Ueberbruchsarbeit in principieller Hinsicht beleuchtet haben, fragt es sich nun, wie dieselbe praktisch ausgeführt wird.

Ein erstes Verfahren besteht darin, dass beim Aufwärtsrücken in gewissen Zwischenräumen horizontale Bühnen (Fig. 73) geschlagen werden, welche abwechselnd von der einen und von der anderen Seite bis etwas über die Hälfte des Schachtquerschnittes reichen.

Diese Methode ist jedoch nicht empfehlenswerth, denn sie besitzt zwei schwerwiegende Fehler: die Wetterführung ist sehr schwierig und

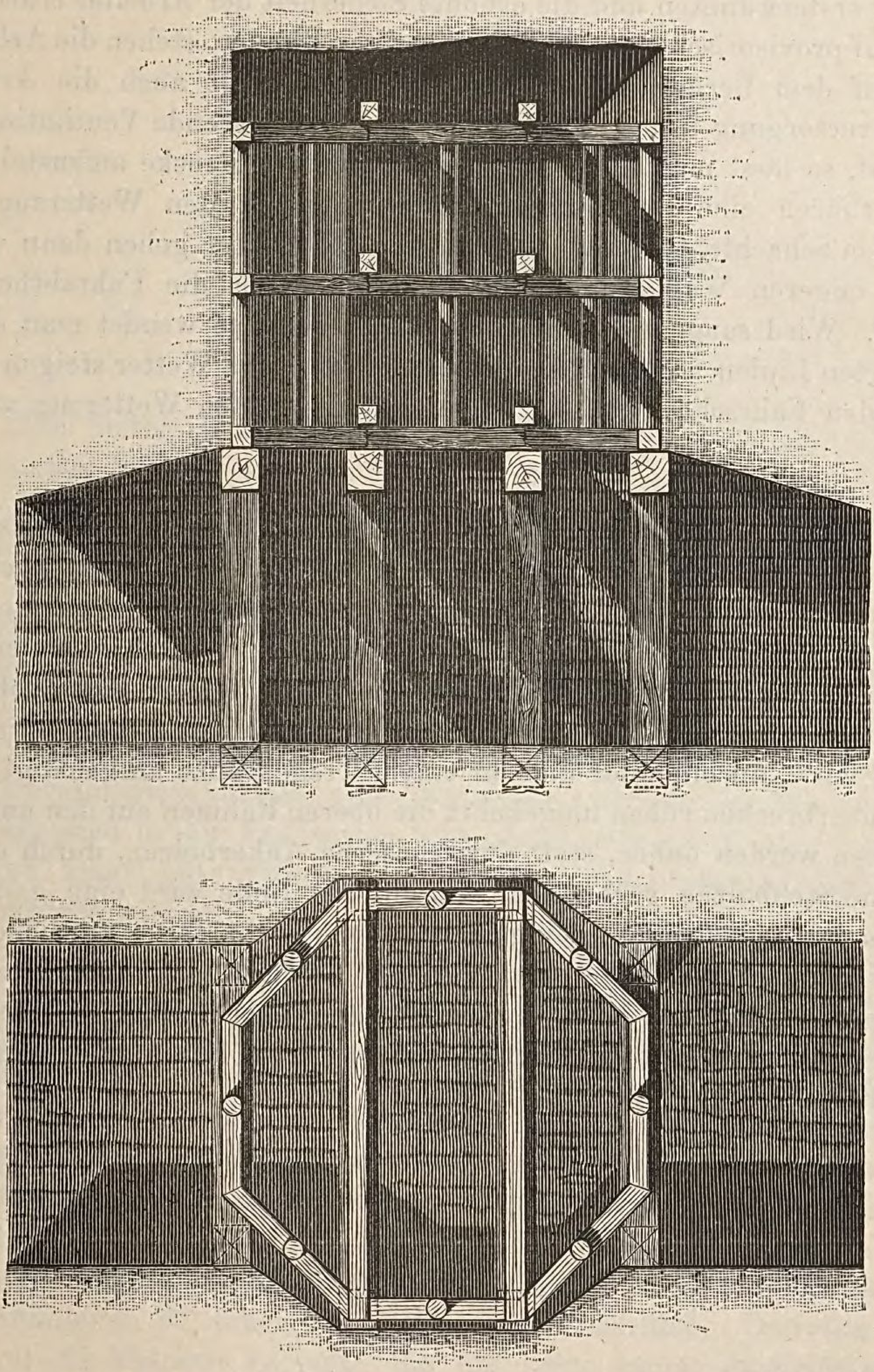
Fig. 74.



die Fahrung in dem Schachte ist sehr gefährlich wegen des möglichen Herabfallens von Bergen von der einen Bühne zur anderen.

198. Folgendes Verfahren ist besser und durchaus empfehlenswerth: Der Schacht wird durch verticale Scheider in drei Abtheilungen getheilt (Fig. 74). Die mittlere Abtheilung wird mit Bergen ausgesetzt und enthält einen in diesem Versatz ausgesparten Wetterzug.

Fig. 75.



Die zweite Abtheilung nimmt ebenfalls Berge auf, die aber durch eine unten angebrachte Klappe oder einen Schieber in Förderwagen gefüllt werden können. Diese Abtheilung dient somit als Rollloch. Die dritte Abtheilung endlich erhält geneigte Fahrten und dient ausserdem

zum Auf- oder Abwärtsziehen der Wetter sowie zum Transport der Hölzer und sonstigen Materialien. Eine kleine Bühne, welche nach Maassgabe des Aufrückens höher gelegt wird, verhütet das Hereinfallen von Gesteinsstücken in diese Fahrabtheilung.

Ein Blick auf Fig. 74 lässt sofort die Vorzüge dieser Disposition vor der ersterwähnten und die erhöhte Sicherheit der Arbeiter erkennen. Statt auf provisorischen, wenig zuverlässigen Bühnen, stehen die Arbeiter hier auf dem Bergeversatz. Dieselbe Figur zeigt auch die Art der Wetterversorgung in dem Ueberbrechen. Wird blasende Ventilation gewünscht, so lässt man durch zwei in der unteren Strecke aufzustellende Wetterthüren eine Lutte hindurchgehen und in den Wetterzug der mittleren Schachtabtheilung einmünden. Die Wetter gehen dann durch diesen engeren Weg hinauf und kommen durch die Fahrabtheilung zurück. Wird saugende Ventilation vorgezogen, so wendet man die in punktirten Linien angedeutete Disposition an. Die Wetter steigen dann durch den Fahrschacht in die Höhe und durch den Wetterzug wieder herab.

199. Die Verzimmerung der Ueberbrechen erfolgt in derselben Weise, wie diejenige der Abteufen. Sie besteht ebenfalls, je nach der Form des Schachtes, aus quadratischen, rechteckigen oder polygonalen Rahmen, welche gegen das Gebirge verkeilt und unter einander verbunden werden. Der einzige Unterschied ist folgender: Beim Abteufen werden die Rahmen, falls die Verzimmerung nicht absatzweise eingebaut wird, an einander und an einem Tragekranze aufgehängt. Bei dem Ueberbrechen ruhen umgekehrt die oberen Rahmen auf den unteren. Dieselben werden daher, statt durch eiserne Ankerbolzen, durch starke hölzerne Stehbolzen verbunden. Am unteren Ende wird eine ganz besonders starke Zimmerung eingebaut, welche nicht nur sämmtliche darüber liegende Rahmen — soweit deren Gewicht nicht durch die Verkeilung aufgenommen wird —, sondern auch das Gewicht der in zwei von den drei Schachtabtheilungen zu füllenden Berge zu tragen vermag (Fig. 75, a. v. S.).

Viertes Capitel.

Schachtausbau.

200. Selten ist das Steinkohlengebirge so standhaft, dass ein darin abgeteufter Schacht sich ohne Ausbau hält. Auch wenn wirklich gar kein Gebirgsdruck auftreten sollte, werden doch die Stösse mit der Länge der Zeit mürbe und lassen einzelne Brocken in den Schacht fallen.

201. Ein Schacht kann sehr verschiedenartig ausgebaut werden. In früheren Zeiten wandte man hauptsächlich hölzernen Ausbau an. Der Ausbau eines Schachtes in Holz ist ökonomisch in der ersten Anlage, erfordert aber viel Unterhaltung, besonders bei schlechtem Gebirge; schliesslich hat man einen krummen, gefährlichen Schacht, durch den man sich in der Production beschränkt sieht, weil sein schlechter Zustand keine gute Führung und keine grosse Geschwindigkeit der Förderkörbe zulässt.

Nach einer gewissen Zeit werden die Hölzer faul und zerbrechen. Man muss dann den Schacht repariren, neue Jöcher und Einstriche einwechseln, woraus Kosten und immer häufiger werdende Betriebsstörungen entstehen. Alle Sonntage, ja öfters alle Nächte, müssen Zimmerhauer in solchen Schächten beschäftigt werden. Schliesslich wird die Sicherheit immer geringer und man hat Beispiele von schweren Unglücksfällen, welche durch alte, in Holz verbaute Schächte verursacht wurden.

Für einigermaassen wichtige und einer Zukunft entgegengehende Schachtanlagen ist daher der Holzausbau verwerflich. Derselbe eignet sich nur für kleinere Anlagen, die auf keine grosse Ausdehnung und keine lange Dauer berechnet sind.

Mit Ausnahme dieses besonderen Falles stellt man keine Schächte mehr in Holz, sondern wendet Mauerung an*). Unter Umständen

*) Vergleiche jedoch Nr. 243. L.

scheut man sogar nicht vor den Kosten und der Betriebsstörung zurück, welche die nachträgliche Erweiterung und Ausmauerung eines alten verzimmerten Schachtes verursachen.

Der Holzausbau ist übrigens auch nur bei quadratischem oder rechteckigem Schachtquerschnitt praktisch anwendbar.

Die Art und Weise, wie ein Schacht in Holz verbaut wird, ist weiter oben (156. bis 160.) schon näher beschrieben und es soll hier nicht darauf zurückgekommen werden.

202. Die Ausmauerung ist besonders für Wetterschächte unerlässlich. Die durch die Grubenbaue hindurchgegangene Luft ist erwärmt und mit Feuchtigkeit beladen. In diesem Zustande wirkt sie auf Verzimmerungen so schnell zerstörend, dass solche absolut ausgeschlossen werden müssen, zumal die Revision und Unterhaltung der ausziehenden Wetterschächte oft schwierig ist.

Die Ausmauerung der Wetterschächte ist auch speciell dann erforderlich, wenn der Wetterwechsel durch unterirdische Wetteröfen hervorgerufen wird, der Wetterschacht also die erhitzten Verbrennungsgase aufnimmt. Diese Methode ist in England noch sehr gebräuchlich.

203. Die Schachtmauerung wird in Ziegelsteinen, Bruchsteinen, Hausteinen oder in Beton ausgeführt, je nach den Gegenden, dem Preisverhältniss dieser verschiedenen Materialien und der beabsichtigten Widerstandsfähigkeit des Ausbaues.

So nimmt man beispielsweise in Belgien und England Ziegelsteine, bei Saint-Etienne in Frankreich Bruchsteine von Kohlensandstein. Daselbst wird auch, anscheinend mit Vortheil, hydraulischer Beton angewendet.

Wenn der Gebirgsdruck sehr stark ist, so wählt man Hausteine, wodurch der Ausbau sehr theuer wird. Im Allgemeinen ist eine gute Backsteinmauerung vollständig genügend.

Zuweilen findet man eine gemischte Mauerung, bei welcher dem Backsteinmauerwerk in gewissen Abständen Hausteinstreifen eingefügt sind. Wenn diese Streifen nahe genug bei einander liegen, so erhöhen sie die Festigkeit sehr und ihre Anwendung ist für Schächte von grossem Durchmesser bei schlechtem Gebirge zu empfehlen.

§. 1.

Die Ausmauerungsarbeit im Allgemeinen.

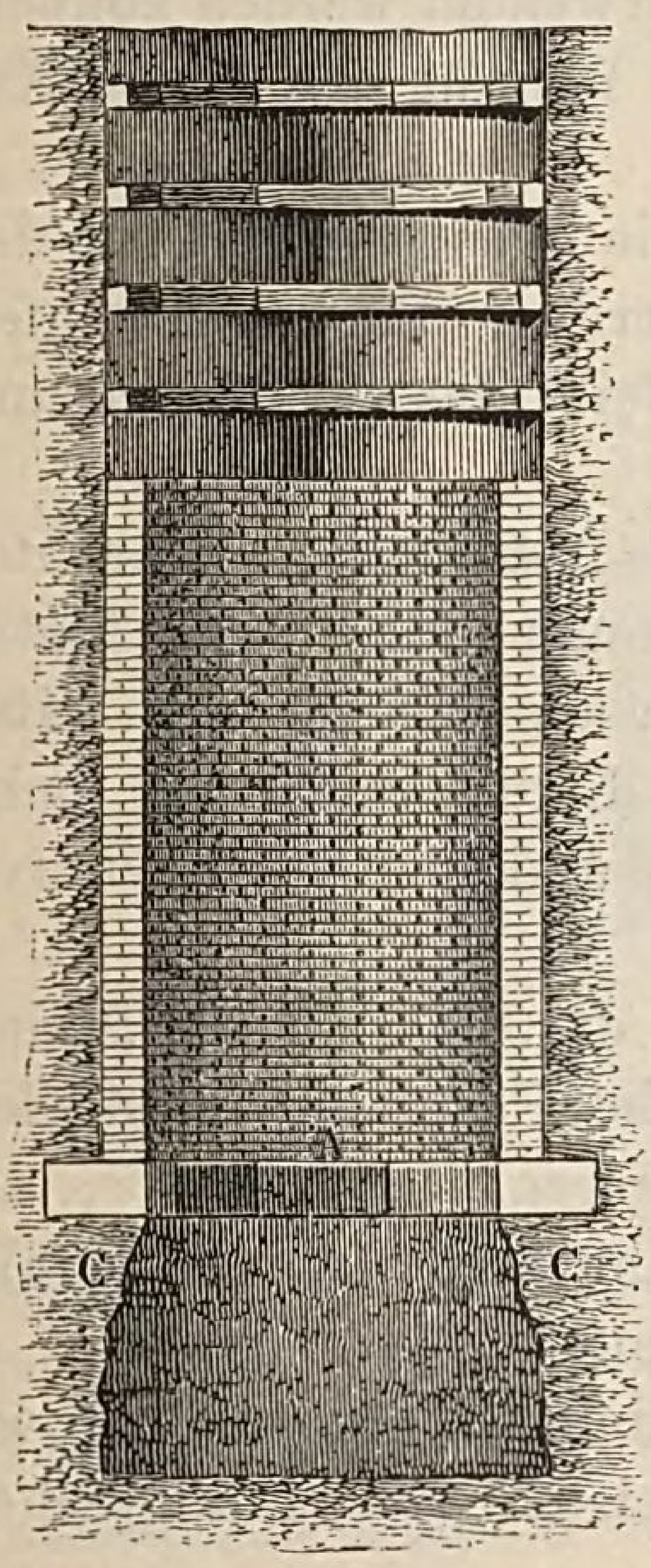
204. Die Ausmauerung eines Schachtes erfordert fast stets eine provisorische Zimmerung. — Die Arbeit kann auf zwei verschiedene

Weisen ausgeführt werden. Die erste, gebräuchlichste Methode ist die der absatzweisen Mauerung und besteht in Folgendem:

205. Man teuft den Schacht auf 30, 40 oder 50 m, bis auf einen zur Fundirung eines ersten Mauerabschnitts geeigneten Gebirgstheil ab. Während des Abteufens verbaut man mit provisorischer Zimmerung, deren Form von derjenigen des Schachtquerschnitts abhängt. Wenn dieser rund ist, so müssen die Holzrahmen polygonal sein (158).

Ist man in der gewünschten Teufe angelangt und hat man Gebirgsschichten von hinreichender Tragkraft angetroffen, so stellt man das Abteufen vorläufig ein und verlagert eine gute Grundschicht auf dem Gestein (Fig. 76). Hierauf beginnt die Aufführung des Mauerwerks.

Fig. 76.



Die Holzrahmen werden im Aufrücken nach und nach entfernt und für die provisorische Verzimmerung des nächst tieferen Absatzes aufbewahrt.

Wenn der Absatz vollständig ausgemauert ist, nimmt man das Abteufen wieder auf, beginnt aber dabei mit einem kleineren, als dem äusseren Durchmesser und vergrössert denselben erst allmälig wieder auf das frühere Maass (vergl. die Figur). Auf diese Weise bleibt ein Vorsprung *C C* stehen, welcher die Mauerung vorläufig trägt. Ist ein zweiter Absatz von 40 oder 50 m abgeteuft, so wird derselbe genau nach dem nämlichen Verfahren in Mauerung gesetzt. Zum Schluss wird auch die Gesteinsbrust *C C*, auf welcher der obere Mauerabsatz ruht, weggenommen, jedoch stets nur zu einem Theile, etwa einem Drittel des Umfangs auf einmal, welches Stück erst bis fest unter die obere Mauer ausgemauert wird, bevor das nächste Drittel der Gesteinsbrust weggebrochen wird. Nachher ruht die obere Mauer auf der zweiten und es kann dann mit dem Abteufen des dritten Abschnitts begonnen werden, mit welchem ebenso verfahren wird, wie mit den vorhergehenden.

206. Es kann vorkommen, dass auf eine grössere Teufe kein zum Tragen des Mauerwerks hinreichend widerstandsfähiges Gebirge angetroffen wird. In einem solchen Falle hängt man die Lagerschicht mittelst starker eiserner Anker an einem sehr starken, über Tage liegenden Tragekranz oder an einem der oberen, auf gutem Gestein verlagerten Mauerabsätze auf. — Diese Anker werden entfernt, sobald

eine feste Gesteinspartie erreicht und auf derselben der betreffende Mauerabsatz verlagert ist.

207. Die zweite Methode der Schachtausmauerung besteht darin, dass der Schacht direct bis auf die ihm zugedachte Teufe niedergebracht und dann erst, also in einer einzigen Tour, unter allmäliger Wegnahme der provisorischen Zimmerung von unten nach oben ausgemauert wird.

208. Die absatzweise Mauerung bietet folgende Vortheile:

Die Ausgabe für die provisorische Verzimmerung ist geringer, weil die beim Ausmauern des ersten Absatzes gewonnenen Hölzer nach der Reihe bei allen weiteren Absätzen wieder verwendet werden können. Materialausgabe für die Zimmerung findet also nur für den ersten Absatz statt.

Ein zweiter Vorzug besteht darin, dass die Schachtstösse vor der Ausmauerung keine Zeit haben, mürbe zu werden. Da das Abteufen eines Absatzes nur einige Monate dauert, so bleibt das Gestein gesund und frei von Druck.

Bei dem zweiten Verfahren kann es, da das Abteufen des Schachtes möglicherweise mehrere Jahre dauert, vorkommen, dass man hinter der Mauerung lose und mürbe Gebirgsmassen abschliesst, was unter Umständen bedenklich ist. Auch erfordert dieses Verfahren mehr Unterhaltung an der provisorischen Zimmerung und häufiges Revidiren der Stösse.

Der Einfluss der Gebirgsauflockerung auf die Solidität der Mauerung kann von Erheblichkeit werden. Manche Fachleute empfehlen deshalb, den Schacht mit einem etwas geringeren Durchmesser, als zum Ausmauern nöthig ist, abzuteufen und ihn erst nach Maassgabe des Aufrückens der Mauerung mit der Keilhaue zu erweitern. Von dieser Vorsicht, welche eine ziemlich beträchtliche Mehrausgabe sowie Zeitverlust bedingt, kann indessen in den meisten Fällen abgesehen werden.

Folgendes sind dagegen die Vortheile des Ausmauerns in einer Tour:

1. Das Abteufen kann ohne Unterbrechung zu Ende geführt werden. Das Gleiche gilt von der Mauerung. Hieraus ergiebt sich eine wesentliche Zeitersparniss. Bei der absatzweisen Mauerung treten nothwendig bei jedem Arbeitswechsel Zeitverluste ein.

2. Man erspart die intermediären Mauerfüsse und die ziemlich lange Zeit, welche deren Herstellung erheischt.

209. Mag die eine oder die andere Methode gewählt werden, keinenfalls kann man gleichzeitig abteufen und mauern. Nur wenn zwei oder drei benachbarte Schächte gleichzeitig abzuteufen sind,

was bei Herstellung einer ganz neuen Anlage vorkommt, kann bei gewissen Vorkehrungen absatzweise ausgemauert werden, ohne dass die Abteufarbeit unterbrochen zu werden braucht.

Angenommen z. B., es seien ein Förder- und ein Wetterschacht abzuteufen. Das Abteufen beider Schächte beginnt mit Hülfe von Kabeln oder Fördermaschinen *MM'*, welche über Tage aufgestellt sind (Fig. 77). In einer gewissen Teufe angelangt, etwa bei 40 oder 50 m, stellt man, ohne die Abteufen einzustellen, eine Verbindung zwischen den beiden Schächten her. Zu diesem Zwecke wird womöglich ein Flötz, eine Kohlenbank oder eine andere leicht zu bearbeitende Schicht ausgewählt. Hierauf stellt man im Punkte *A* einen gewöhnlichen Haspel, einen Kabel oder einen Lufthaspel auf und baut darüber eine starke Bühne *p* ein. Man kann nunmehr den ganzen oberen Theil des Schachtes *P'* mit Hülfe der Maschine *M'* ausmauern, während das Abteufen beider Schächte mittelst des Haspels bei *A* und der Maschine bei *M* fortgesetzt wird.

Fig. 77.

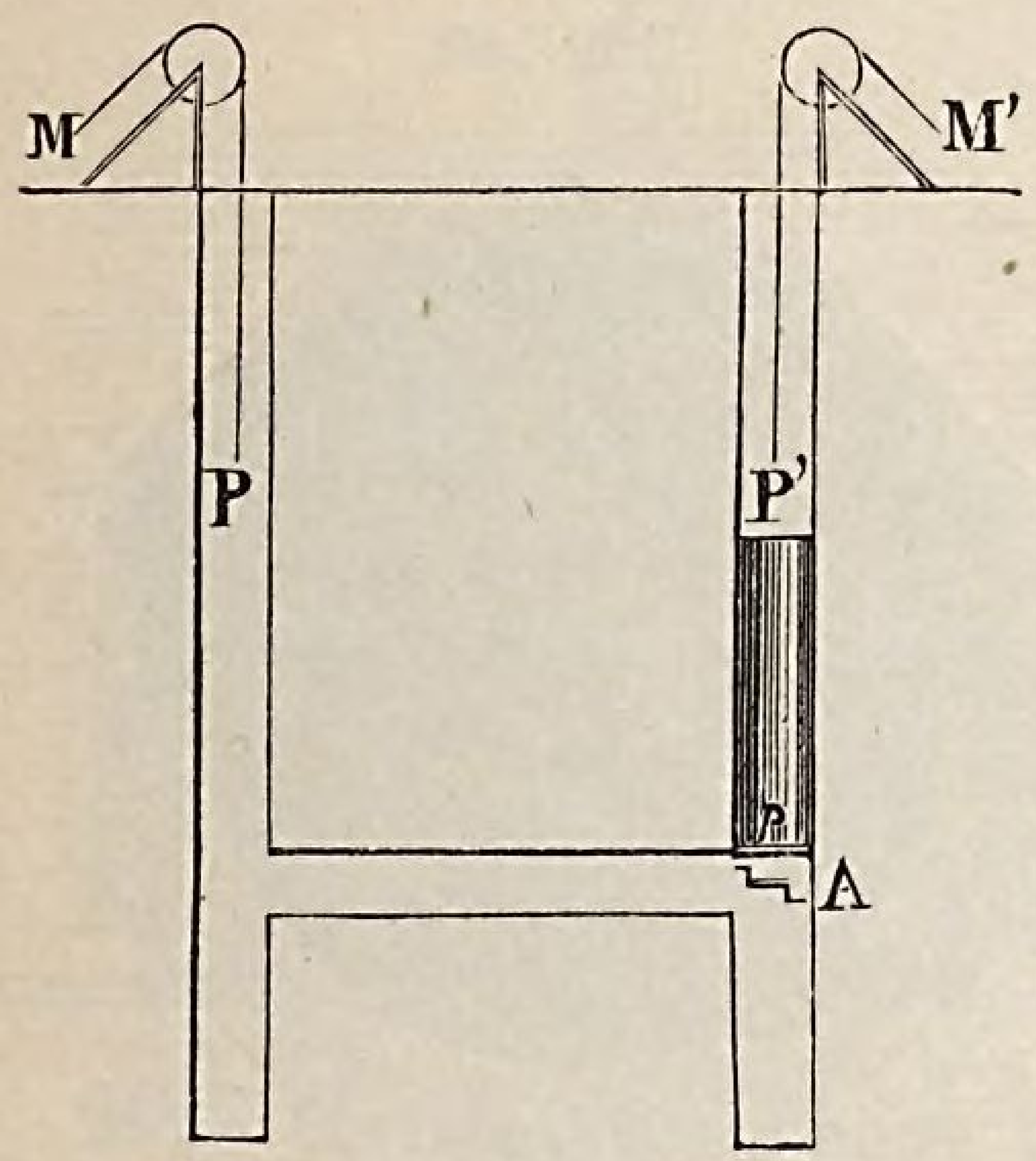
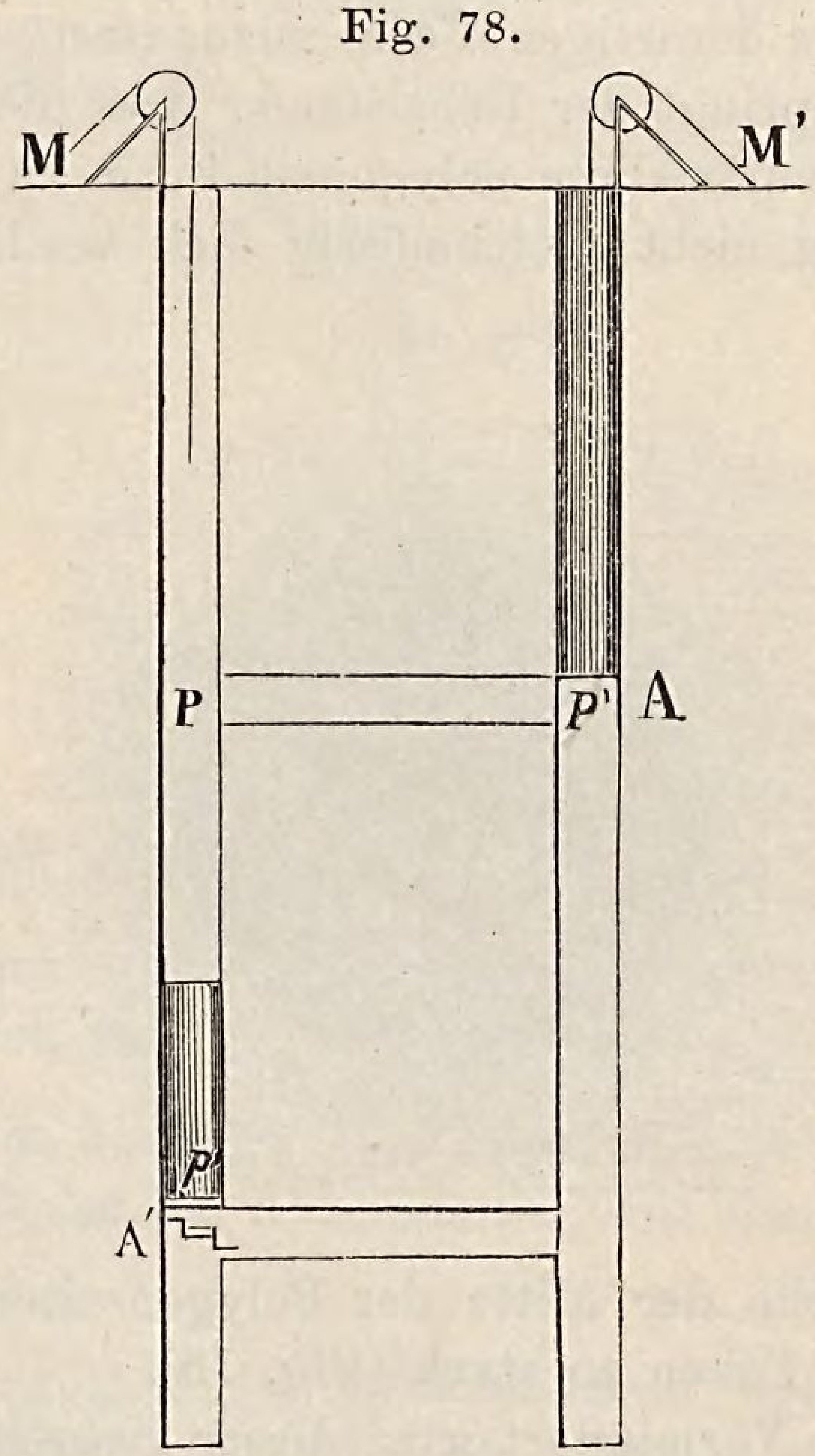


Fig. 78.



In geeigneter Teufe wird eine zweite Verbindungsstrecke aufgefahren (Fig. 78). Die Bühne *p* wird dann abgebrochen und bei *p'* wieder eingebaut und der bei *A* stehende Haspel wird nach *A'* versetzt. Hiernach kann die ganze obere Partie des Schachtes *P* mit Hülfe der Maschine *M* ausgemauert werden, während wiederum beide Abteufen unter Benutzung des Kabels bei *A'* und der Maschine bei *M'* vorangehen.

Auf diese Weise wird abwechselnd in dem einen und dann wieder in dem anderen Schachte gemauert, ohne dass die Abteufarbeit eine Unterbrechung erleidet. Es wird also die ganze zum Ausmauern erforderliche Zeit erspart.

§. 2.

Einzelheiten der Ausmauerungsarbeit.

210. Indem wir zu den Einzelheiten der Schachtmauerung übergehen, finden sich zunächst noch einige Bemerkungen über die provisorische Zimmerung zu machen.

Da die Ausmauerung immer nur die gerundeten Schachtformen zur Voraussetzung hat, so sucht man die hölzernen Rahmen möglichst einer derartigen Form anzupassen, man macht sie polygonal. Hieraus entspringt der Uebelstand, dass die Arbeiter versucht sind, auch dem Abteufen diese polygonale Form zu geben, so dass nachher die Mauerung nicht gleichmässig dick wird. Sie wird dann an den Punkten,

Fig. 79.

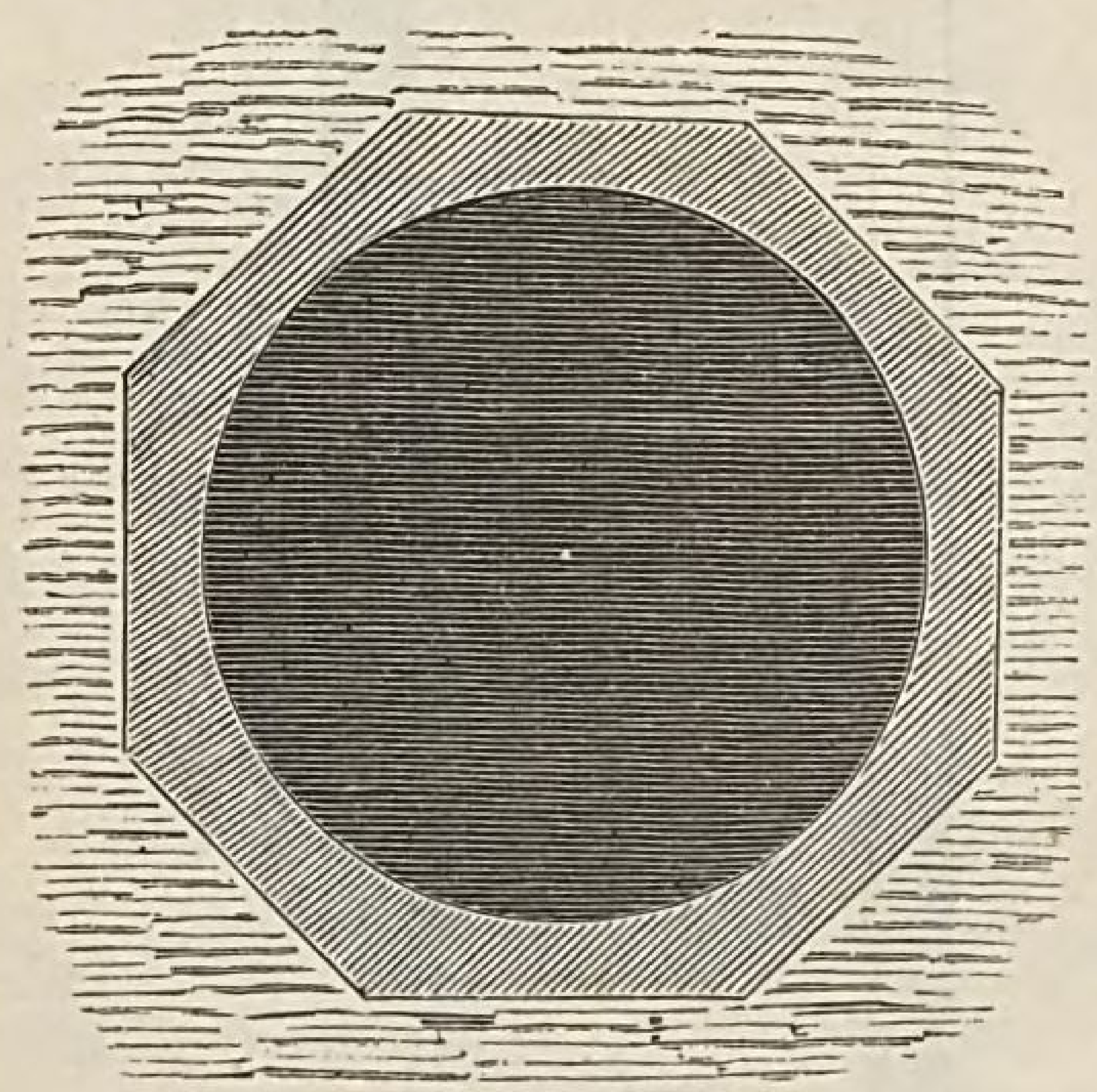
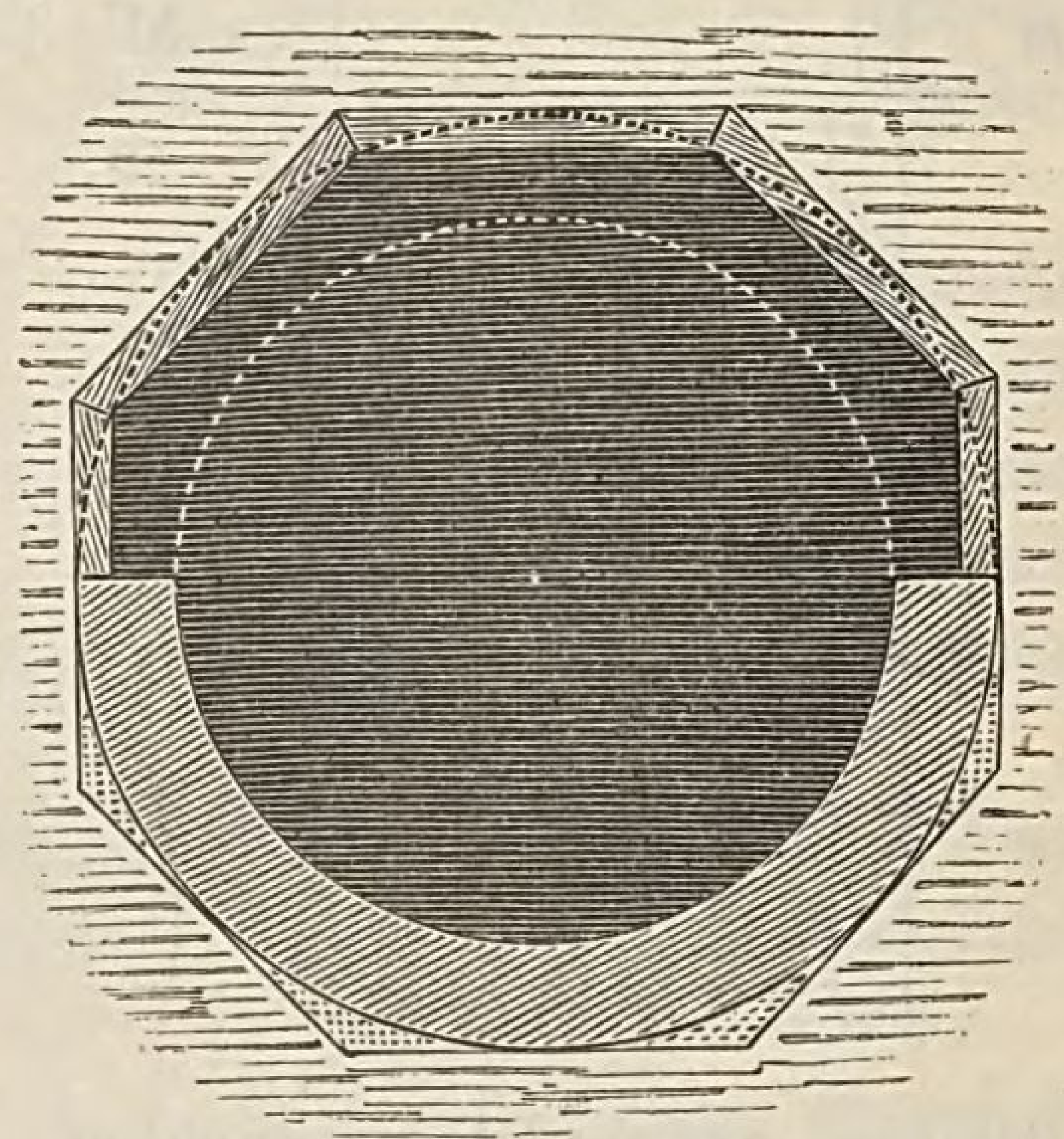


Fig. 80.



welche der Mitte der Polygonseiten entsprechen, zu schwach oder in den Ecken zu stark (Fig. 79).

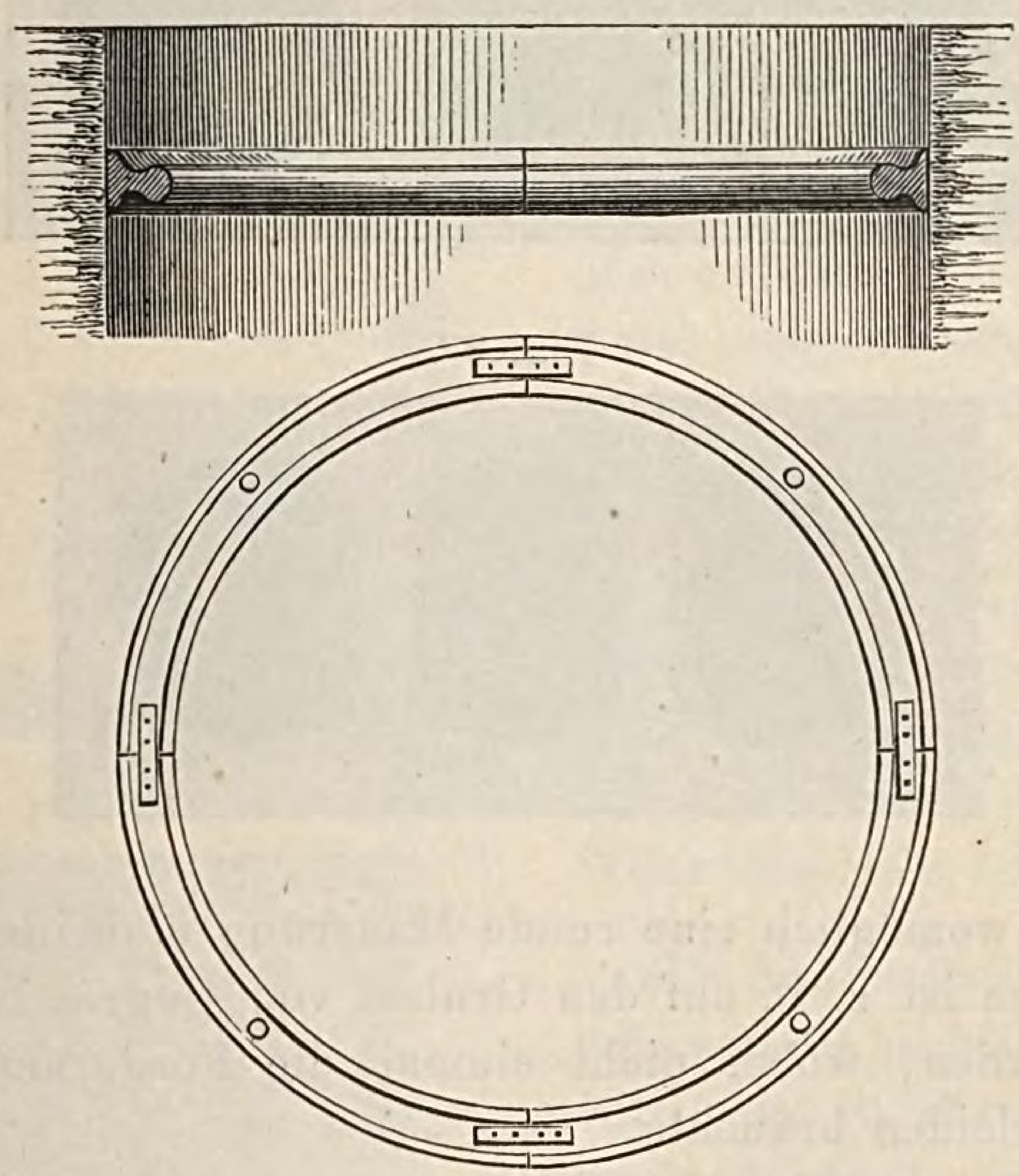
Vermindert wird dieser Uebelstand, indem man den Rahmen eine grössere Seitenzahl giebt. Wenn der Durchmesser des Abteufens 3 m nicht übersteigt, so genügt ein Achteck, für grössere Durchmesser sind Polygone von 10 oder selbst 12 Seiten anzuwenden.

Selbstverständlich muss in dem Gedingevertrage ausdrücklich hervorgehoben werden, dass der Schacht rund und nicht in der Form der Holzrahmen abzuteufen ist. Zur noch grösseren Sicherheit empfiehlt es sich, dem Abteufen und den Holzrahmen solche Dimensionen zu geben, dass der Kreisumfang der Mauer dem Polygone nicht um-, sondern eingeschrieben ist. Die dadurch bei der Ausmauerung verbleibenden Hohlräume werden mit Beton ausgefüllt (Fig. 80).

211. An Stelle der polygonalen Zimmerung kann auch eiserner Ausbau zur provisorischen Verwahrung der Schachtstösse angewendet

werden. Dieser hat u. A. den Vortheil, dass ihm genau die runde Form der nachfolgenden Mauerung gegeben werden kann. Er besteht aus starken Eisenbahnschienen (Ausschuss) oder U-Eisen, welche zu Kreissegmenten gebogen und mit Laschen verbunden werden (Fig. 81).

Fig. 81.



Zur Versteifung dieses Ausbaues werden die einzelnen Rahmen durch stehende Holzbolzen oder durch eiserne Anker verbunden.

212. Es sind nun einige Details über die Ausführung des definitiven Ausbaues selbst, und zwar zunächst der Ausmauerung mit Backsteinen zu besprechen.

213. A. Form. — Wenn ein gemauerter Schachtausbau widerstandsfähig sein soll, so muss seine Form rund oder bogenförmig sein. Der innere Querschnitt eines ausgemauerten Schachtes wird daher ein Kreis, eine Ellipse oder ein Viereck mit gebogenen Seiten.

214. Es kann vorkommen, dass alte, rechteckige Schächte, für deren Dimensionen die vorstehend angegebenen Formen schlecht geeignet sind, nachträglich in Mauerung gesetzt werden sollen. In diesem Falle kann dem Mauerwerk eine der in den Figuren 82 und 83 (a. f. S.) abgebildeten Formen oder irgend eine analoge gegeben werden. Der ursprüngliche Holzausbau ist in den Figuren durch Punktirung angedeutet.

Wohl selten jedoch hat sich ein derartiges Verfahren auf die Dauer bewährt, denn diese Mauerungen sind nicht viel widerstandsfähiger als Zimmerung.

Eine bessere Lösung der Aufgabe besteht darin, dass der Schacht hinreichend erweitert wird, um eine ovale oder bogenförmig viereckige

Fig. 82.

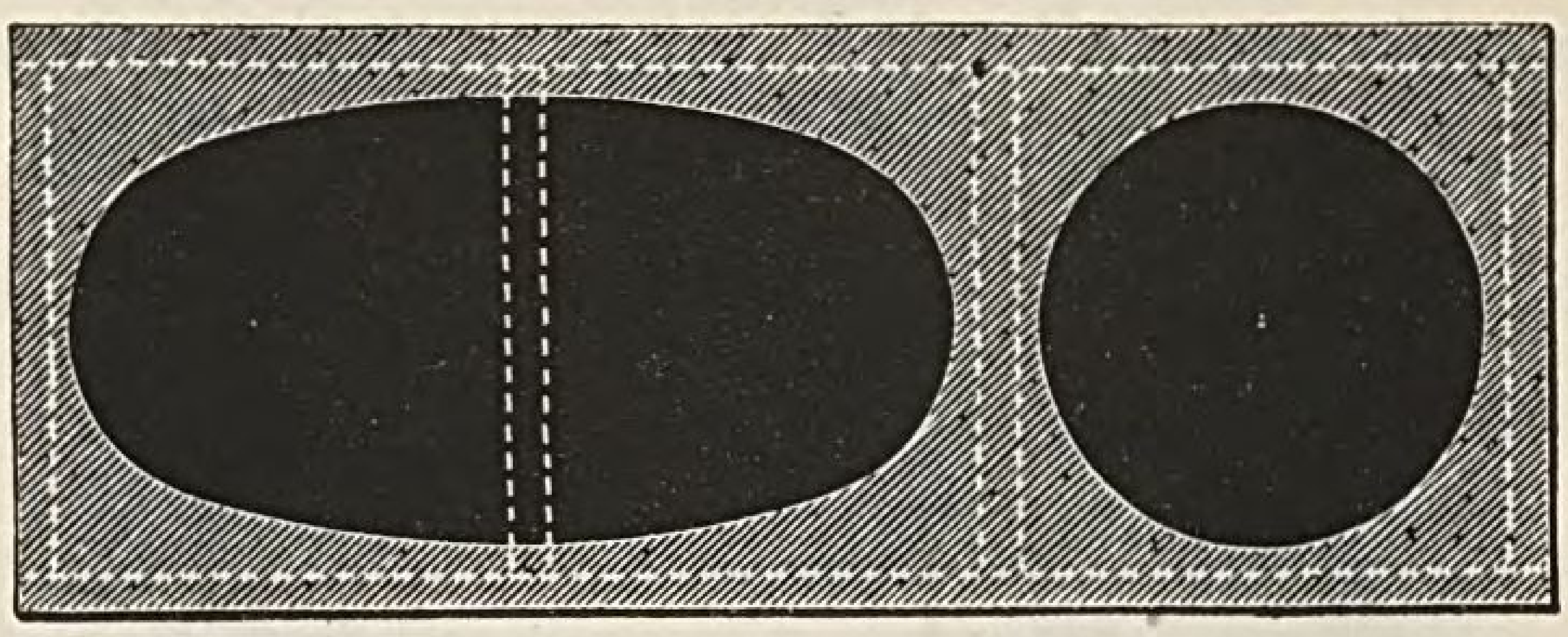
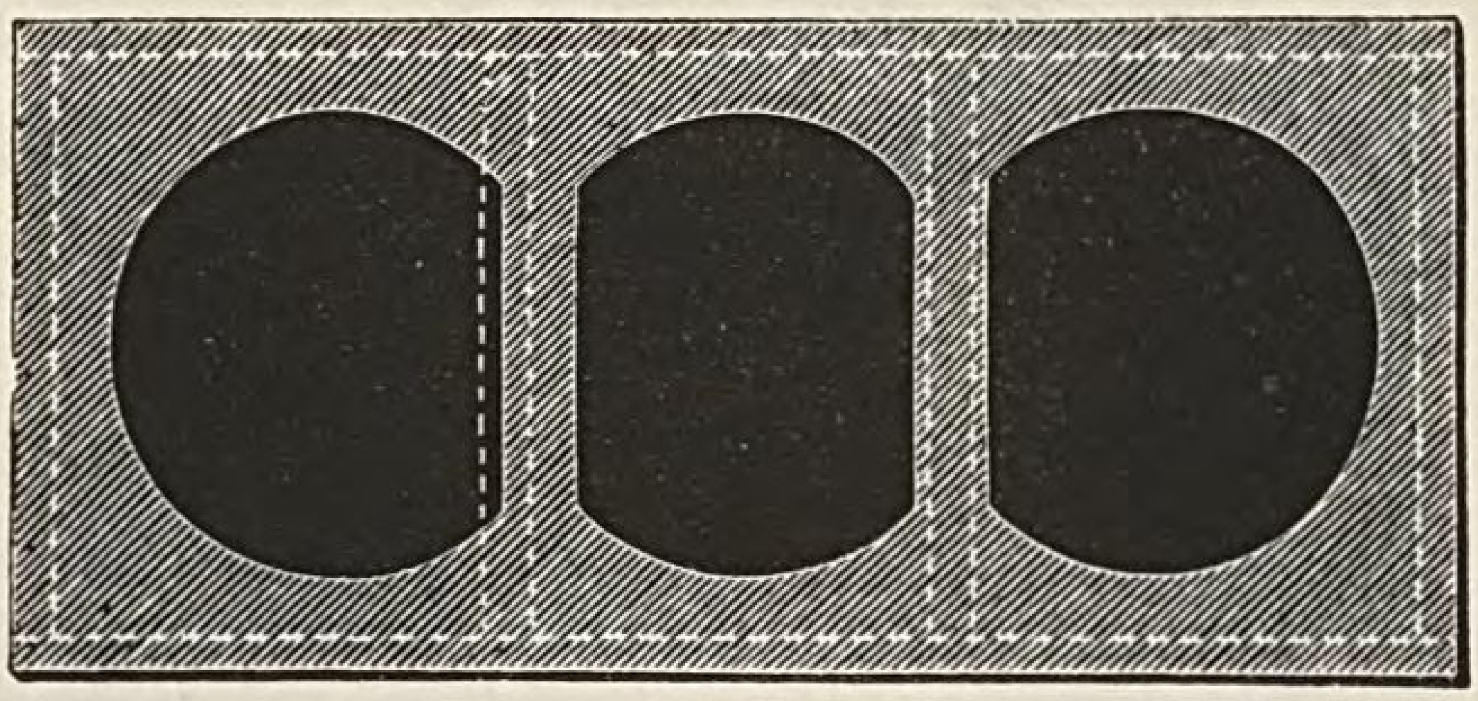
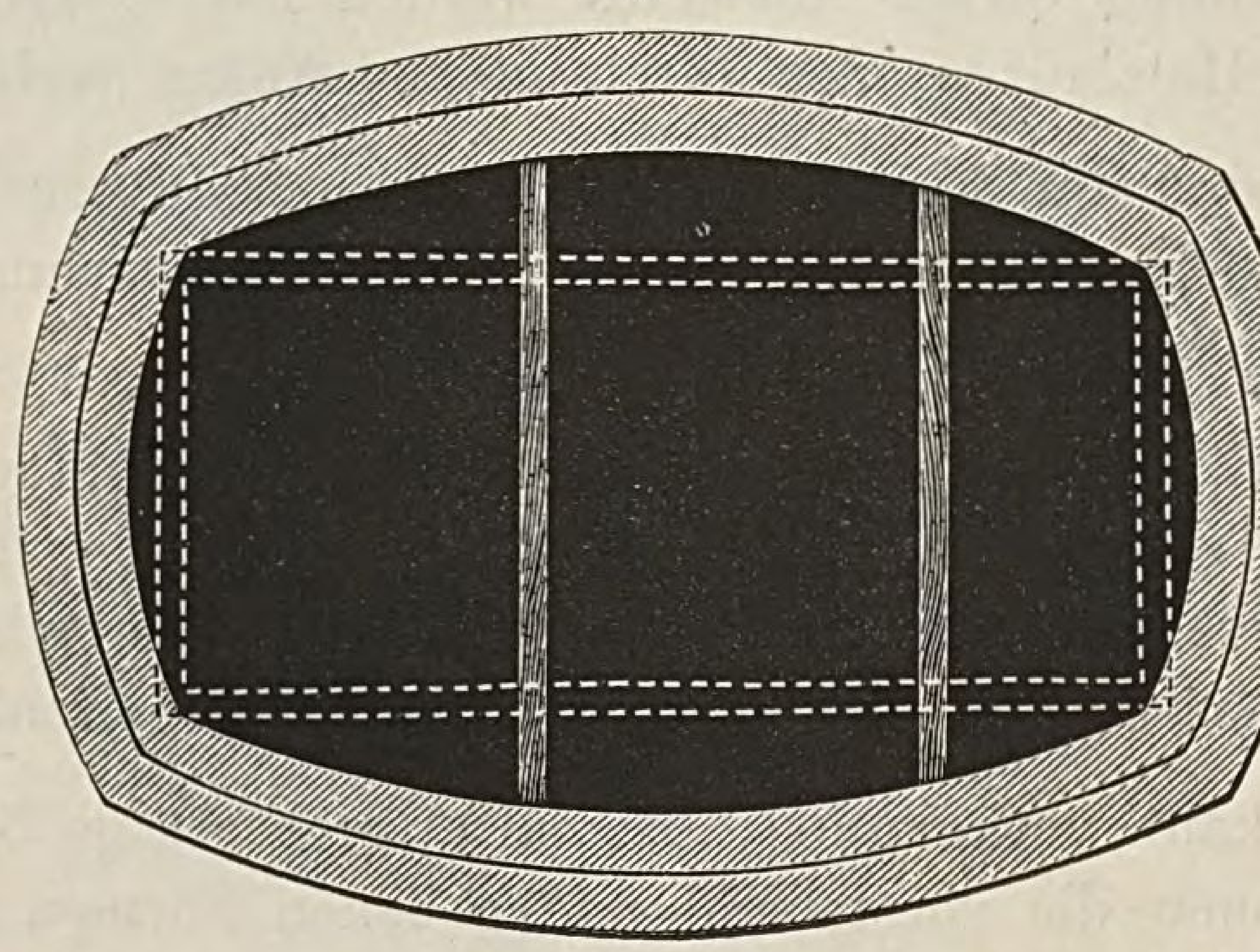


Fig. 83.



(Fig. 84) oder womöglich eine runde Mauerung einbringen zu können. Dieses Verfahren ist z. B. auf den Gruben von Ougrée bei Lüttich eingeschlagen worden, wobei nicht einmal die Förderung eine Unterbrechung zu erleiden brauchte.

Fig. 84.



215. B. Stärke der Mauern. — Die Schachtmauern erhalten eine Stärke von 1 bis 2 Backsteinen. Die Stärke hängt in erster Linie von dem Durchmesser ab. Ist derselbe nicht grösser als 3 bis 3,50 m, so genügt $1^1/_2$ Stein. Bei grösserem Durchmesser ist die Stärke von 2 Steinen vorzuziehen.

Ueber 2 Steine hinaus geht man nur in ganz gebrächem Gebirge oder wenn die Mauerung wasserdicht werden soll. In letzterem

Falle sind aber noch ganz besondere Vorsichtsmaassregeln zu beobachten, auf welche später zurückzukommen sein wird.

216. Der Punkt, auf den am meisten zu achten ist, ist der, dass die Mauer ringsum gleich stark wird. Dies wird erreicht durch sorgfältiges Fixiren der erst beim Abteufen und dann beim Ausmauern dienenden Lothe.

Fig. 85.

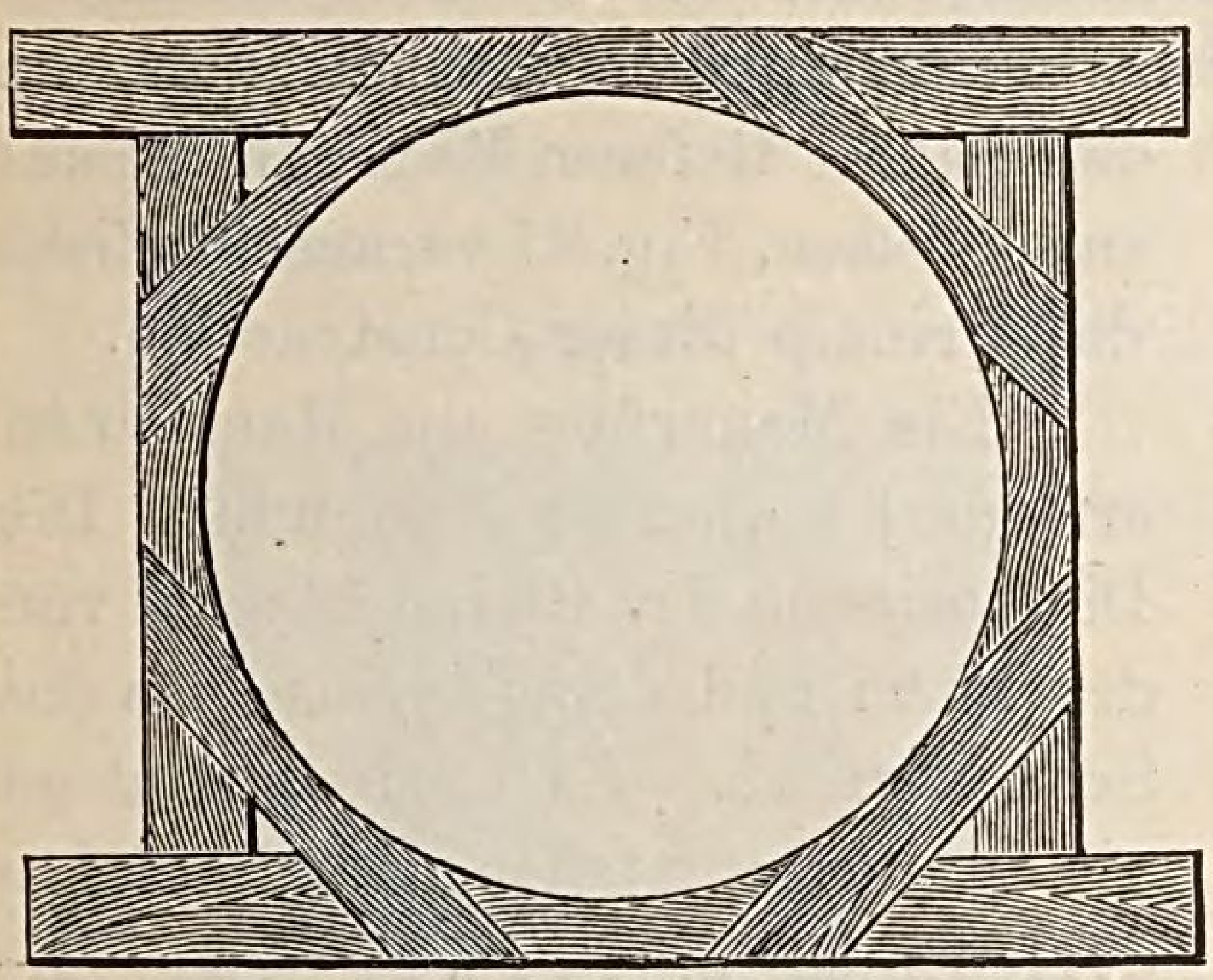
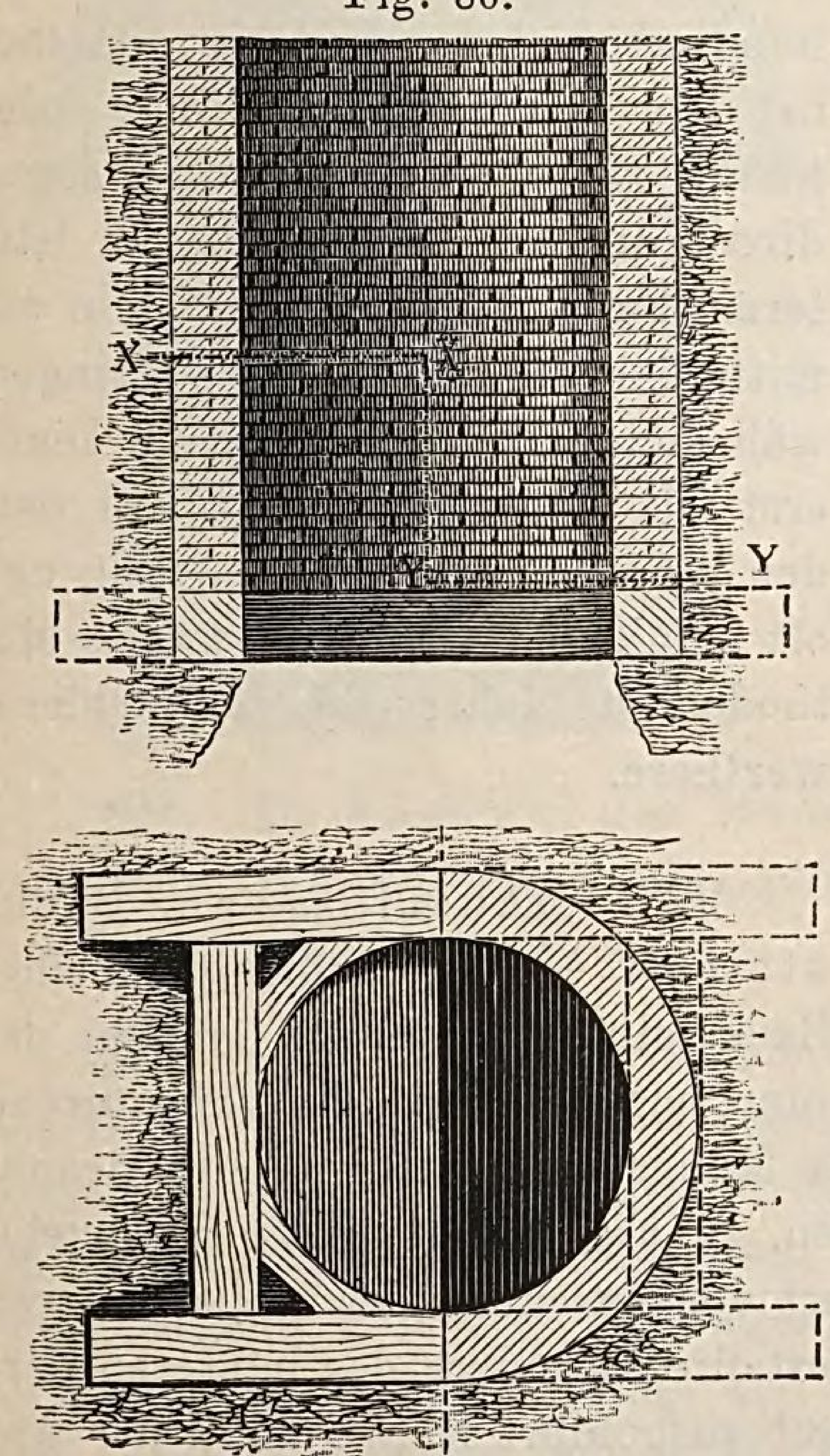


Fig. 86.



217. C. Construction der Mauerfüsse. — Wenn absatzweise ausgemauert wird, so muss jeder Absatz auf einem hinreichend soliden Mauerfuss ruhen, damit unter demselben weiter abgeteuft werden kann.

Diese Mauerfüsse können verschiedenartig construirt werden. Zuweilen werden sie in folgender Weise aus Holz hergestellt:

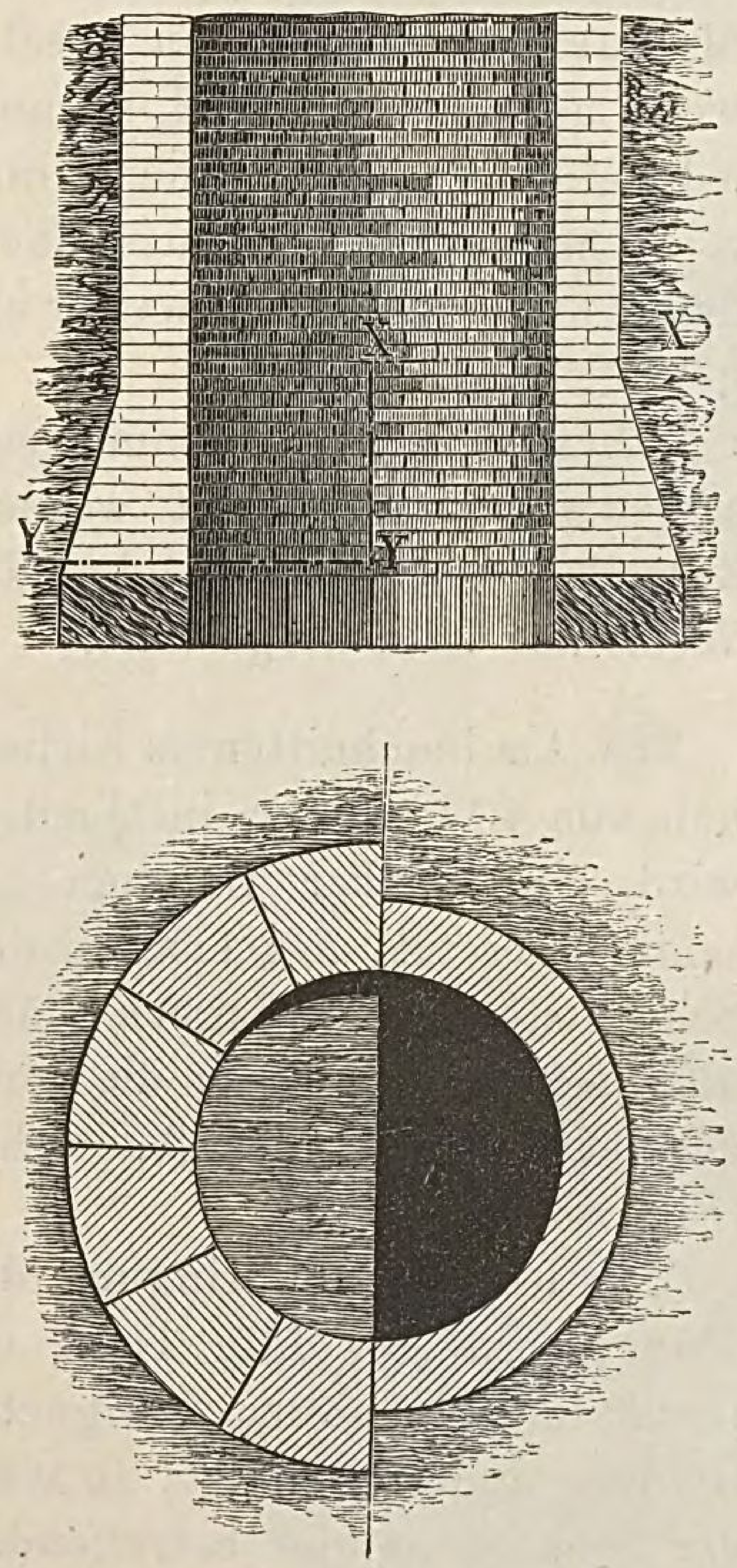
218. Aus beschnittenem Eichenholz von 40 bis 50 cm im Quadrat wird ein starker Rahmen zusammengesetzt, der sich in den Schachtstössen verlagern lässt und nach der Innenseite die Form des aufzuführenden Ausbaues hat (Fig. 85).

Wenn die zur Anbringung des Mauerfusses gewählte Teufe erreicht und ein hierzu geeignetes Gebirge angetroffen ist, so wird der Schacht an der betreffenden Stelle derart erweitert, dass die Hölzer verlagert werden können, wobei die Gesteinsbrust sorgfältig nivellirt werden muss. Hierauf wird der Rahmen eingebaut und auf demselben in die Höhe gemauert. Die zum Einbringen des Rahmens erforderlich gewesenen Erweiterungen müssen mit Mauerwerk oder Beton gut ausgefüllt werden (Fig. 86). Wenn der ganze Absatz aufgemauert ist, wird das Abteufen wieder begonnen, wie früher beschrieben.

Die in der angegebenen Weise aus gutem Eichenholz hergestellten Mauerfüsse sind sehr stark, leicht anzubringen und dauerhaft. Gleichwohl sind Mauerfüsse aus Hausteinen vorzuziehen.

219. Dieselben bestehen aus Steinblöcken mit so grosser, in die Schachtstösse einspringender Lagerfläche, dass später unter ihnen das Gestein auf die Stärke der Mauerung weggenommen werden kann, um

Fig. 87.



den nächst tieferen Mauerabsatz anzuschliessen. Fig. 87 veranschaulicht das Princip dieser Construction.

Ein Mauerfuss aus Hausteinen erfordert vorherige Zeichnung. Die Dimensionen der Steine hängen von der Form und den Dimensionen des Schachtes ab. Es dürfen nicht zu viele Fugen entstehen, aber die Steine dürfen auch nicht zu gross genommen werden, damit sie leicht zu handhaben sind. Man lässt dieselben in den Fördertonnen hinab oder hängt sie mit Hülfe von Zangen direct an das Förderseil. In letzterem Falle lässt sich der Stein unmittelbar an seinen Platz bringen, während er bei Benutzung der Tonne erst aus dieser herausgeschafft werden muss, was immer schwierig und oft gefährlich ist. Die zweite Methode ist daher die empfehlenswerthere.

220. Mauerfüsse aus Backsteinen. — Zur Anbringung eines Backstein-Mauerfusses braucht der Schacht an der betreffenden Stelle nur erweitert und die Erweiterung durch nach oben sich verjüngendes Mauerwerk mit gutem hydraulischen Mörtel ausgemauert zu werden. In Fig. 88 ist *A* der Backstein-Mauerfuss; bei *B* ist die Gesteinsbrust vor Anschluss des nächst unteren Mauerabsatzes und bei *C* der fertig gestellte Anschluss des letzteren dargestellt. Wenn dieser Mauerfuss gut ausgeführt ist, so kann der Anschluss des nächsten Absatzes leicht und gefahrlos bewirkt werden.

Diese Construction dürfte die praktischste und empfehlenswertheste sein. Es muss nur betont werden, dass zum Gelingen die Verwendung eines sehr hydraulischen, nöthigenfalls mit Cement gemischten

Mörtels erforderlich ist; die ganze Masse bildet dann ein Ganzes und giebt dem Haustein an Festigkeit nichts nach.

Wenn die Widerstandsfähigkeit des Gebirges gegen den verticalen Druck des Mauerfusses zweifelhaft ist, so kann man diesem eine solche Form geben, dass der Druck seitlich in die Stösse gelenkt wird, so dass also auch beim Fehlen jedes horizontalen Unterlagers die Mauerung nicht sinken kann. Diese Form ist in Fig. 89 dargestellt. Der Druck überträgt sich in der durch Pfeile bezeichneten Richtung auf das Gebirge.

Fig. 88.

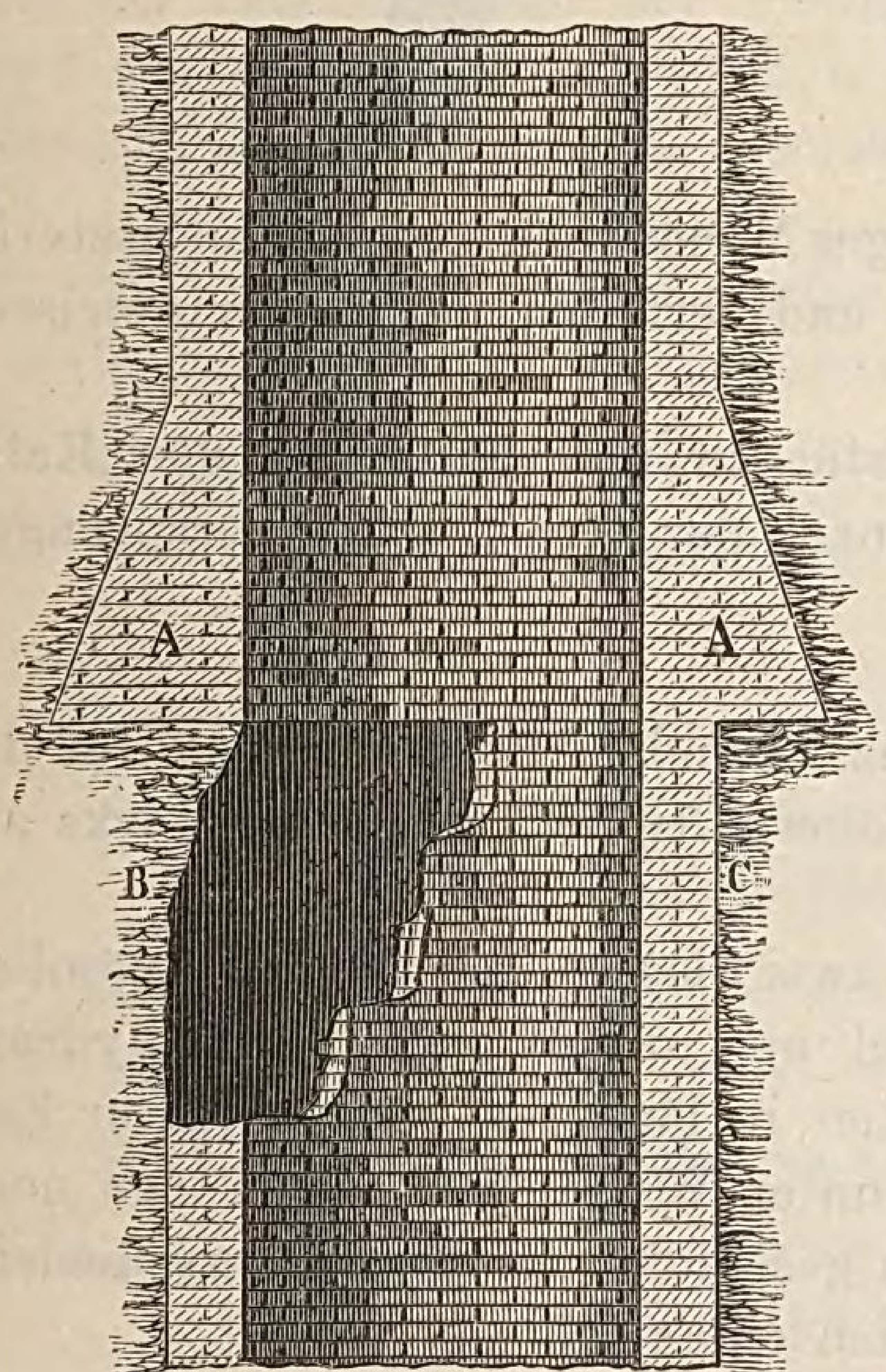
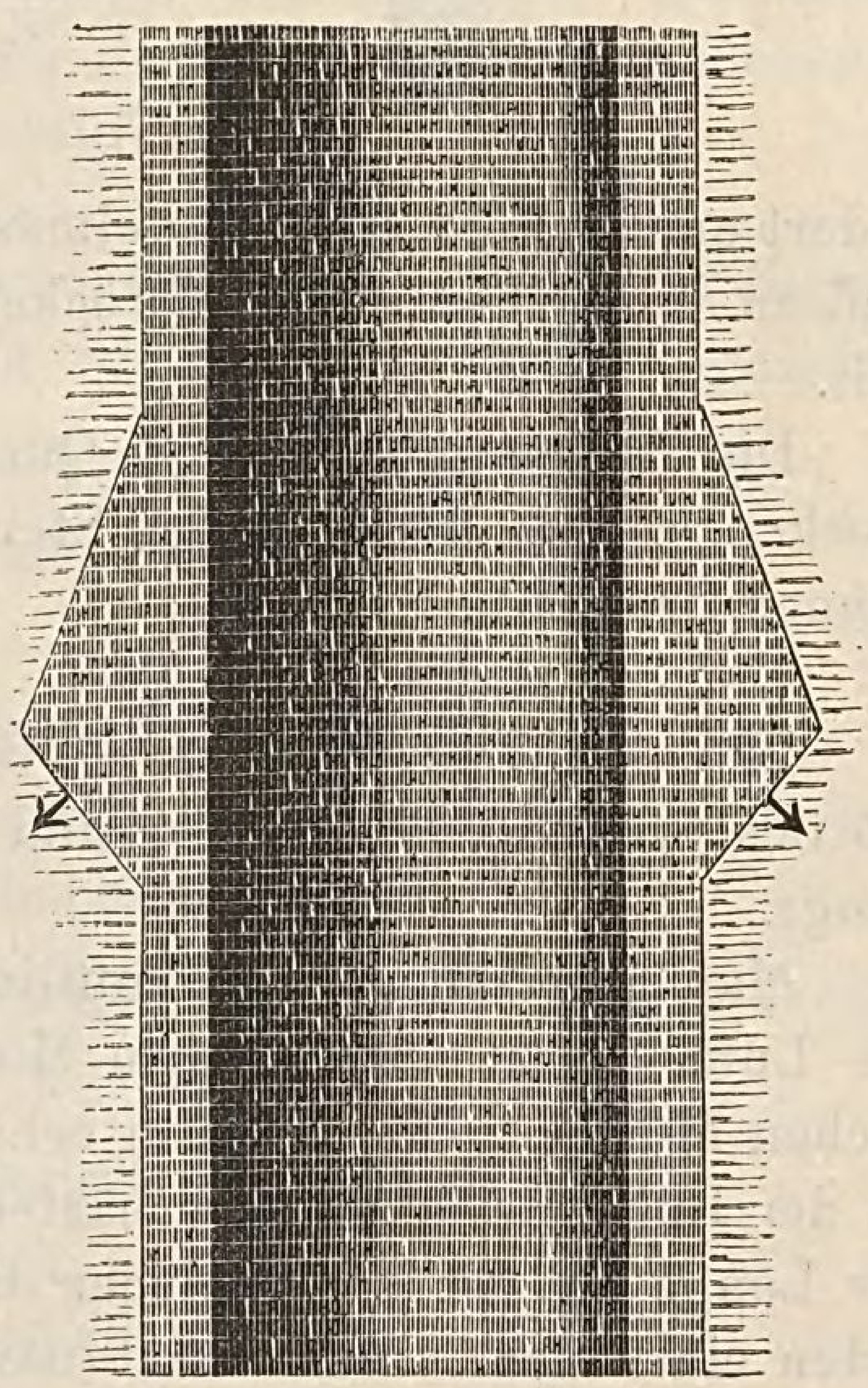


Fig. 89.



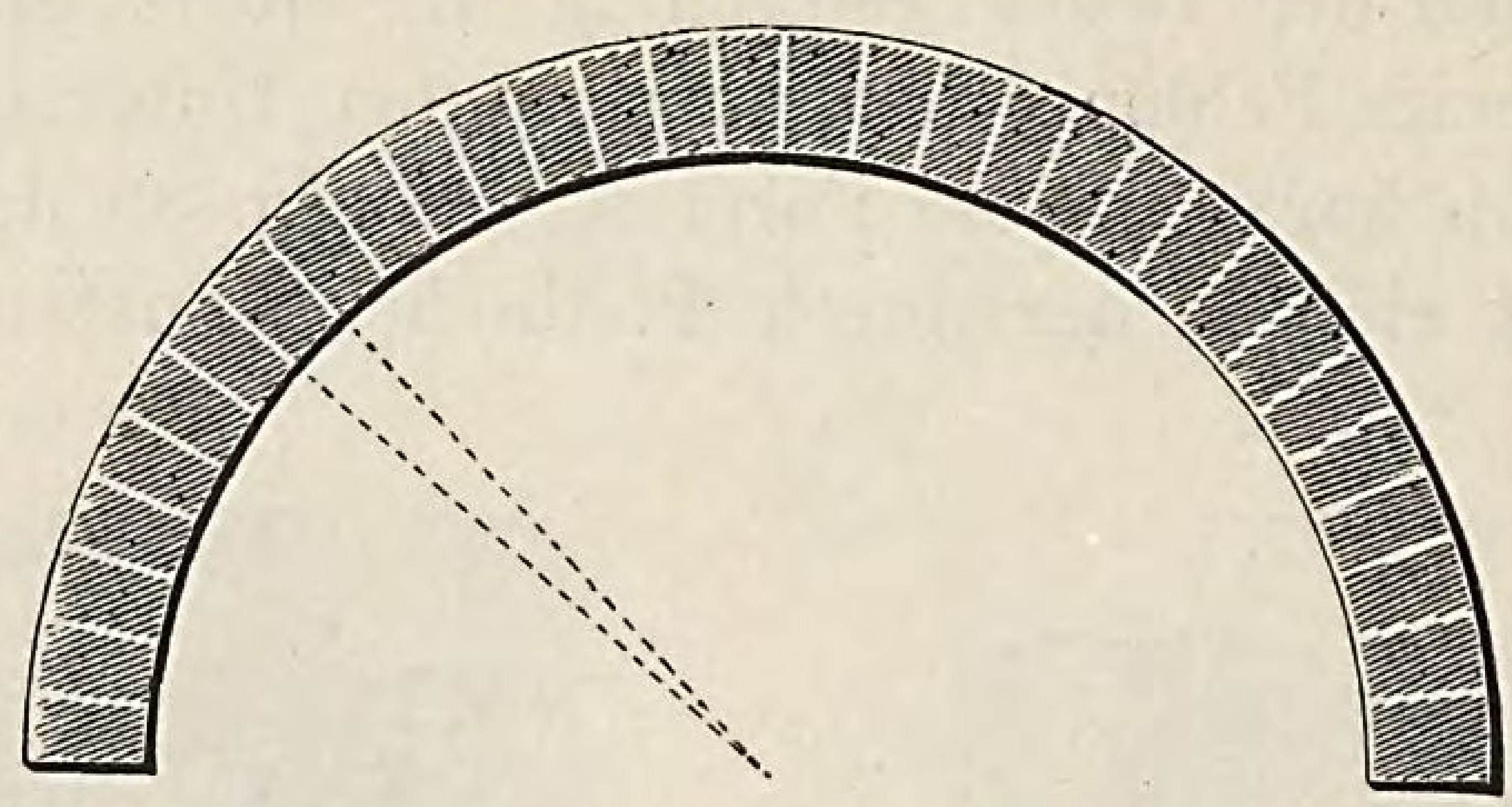
221. D. Auswahl der Materialien. — Festigkeit und Dauerhaftigkeit einer Mauerung hängen zum grossen Theil von der Beschaffenheit der Materialien ab.

222. 1. Die Steine. — Die zur Schachtmauerung zu verwendenden Backsteine sind entweder rechteckig oder trapezoidal (keilförmig). Erstere Form genügt in der Mehrzahl der Fälle. Wenn jedoch der Durchmesser des Schachtes gering, z. B. kleiner als 3 m ist, oder wenn die Auskleidung Wasser zurückhalten soll, so giebt man den trapezförmigen Steinen den Vorzug und berechnet deren Dimensionen nach dem Durchmesser des Schachtes (Fig. 90, a. f. S.). Auf diese Weise werden Fugen von ungleicher Breite vermieden.

223. Die Steine müssen von guter Qualität, d. h. hart, klingend und gut gebrannt sein, ohne durch allzu starke Hitze gesintert und in

der Form verändert zu sein; sie müssen exacte Umrisse und ebene Begrenzungsflächen haben. Die zu stark oder zu wenig gebrannten Steine müssen ausgehalten werden; die ersteren sind in der Form ver-

Fig. 90.



ändert und würden ein unregelmässiges Mauerwerk geben, die letzteren sind zu wenig fest, sie zerbröckeln und zerfallen nach einer gewissen Zeit.

Die Steine müssen von Quarzstücken und besonders von Kalkbrocken, welche letzteren den Stein nach der Vermauerung zersprengen können, frei sein.

224. 2. Der Mörtel. — Ganz besonders ist es die Qualität des Mörtels, von der die Stärke und Dauerhaftigkeit des Mauerwerks abhängt.

Man unterscheidet bekanntlich zwei Classen von Mörteln, nämlich die Luft- oder gewöhnlichen Mörtel und die Wasser- oder hydraulischen Mörtel. Die ersteren erhärten in längerer oder kürzerer Zeit an der Luft, die letzteren erhärten unter Wasser und lassen sich nach der Länge der Zeit, in welcher dies geschieht, wieder in verschiedene Arten eintheilen. Man nennt nämlich einen Mörtel:

wenig hydraulisch, wenn er unter Wasser erst in 2 bis 6 Monaten erhärtet;

mittelmässig hydraulisch, wenn die Erhärtung binnen 2 bis 3 Wochen eintritt;

hydraulisch, wenn sie innerhalb 6 bis 8 Tagen stattfindet;

sehr hydraulisch, wenn er schon am zweiten oder dritten Tage erhärtet.

225. Für Schachtmauerungen empfehlen sich schnell erhärtende Mörtel, und zwar aus folgenden Gründen:

Erstens ist es in der Regel sehr feucht in den Schächten, oft sogar fliessen erhebliche Wassermengen zu, so dass die Stösse beständig stark benetzt sind. Damit nun unter solchen Umständen der Mörtel erhärte und nicht mit der Zeit durch das sickernde Wasser verdünnt werde, muss derselbe mehr oder weniger hydraulisch sein.

Zweitens muss der Ausbau möglichst bald widerstandsfähig gegen den sich einstellenden Gebirgsdruck sein und muss auch aus diesem Grunde der Mörtel bald erhärten.

226. Man nimmt daher entweder solche Mörtel, welche aus hydraulischem Kalk und Sand oder einer anderen indifferenten Substanz bestehen, oder aber gewöhnlichen Mörtel, der durch gewisse Beimischungen, wie Puzzolanerde oder Cement, hydraulisch gemacht ist.

Diesen Mörteln giebt man durch ihre Zusammensetzung bald mehr, bald weniger hydraulische Eigenschaften, je nach dem Grade der Feuchtigkeit der Schächte und der Beschaffenheit des Gesteins. Ausserdem wird bei der Mischung natürlich auch der Preis der verschiedenen in Betracht kommenden Stoffe berücksichtigt.

227. Nachstehend ist die Zusammensetzung einiger in der Gegend von Seraing bei der Schachtmauerung verwendeten Mörtel angegeben.

1. Beispiel. — Schächte der Gesellschaft Marihaye:

$^2/_3$ hydraulischer Kalk,
$^1/_3$ Sand.

2. Beispiel. — Schächte der Gesellschaft Cockerill:

$^1/_2$ hydraulischer Kalk,
$^1/_2$ granulirte Eisenhohofenschlacke.

Diese Mischung, welche in der Nachbarschaft von Hohöfen ökonomisch sein kann, hat sich immer sehr gut bewährt.

3. Beispiel. — Schächte der Gesellschaft Espérance:

$^1/_2$ hydraulischer Kalk,
$^1/_2$ gesiebte Kokesasche,

zu welcher Mischung im Augenblick des Verbrauchs $^1/_4$ Portlandcement gemischt wird.

228. Es folgen hier noch mehrere andere, von den Bautechnikern empfohlene Zusammensetzungen, unter welchen man je nach der Localität und der gewünschten Mörtelart wählen kann.

Sehr hydraulischer Mörtel:

6 Thle. gelöschter Kalk,
5 „ Trass.

Hydraulischer Mörtel:

6 Thle. gelöschter Kalk,
4 „ Trass,
1 Thl. Sand.

Mässig hydraulischer Mörtel:

2 Thle. Kalk,
1 Thl. Trass,
1 „ Sand.

Schwach hydraulischer Mörtel:

3 Thle. Kalk,
1 Thl. Trass,
1 „ Sand,

oder:

4 Thle. hydraulischer Kalk,
4 „ Sand,
1 Thl. Trass,

oder auch:

5 Thle. Kalk,
5 „ Sand,
1 Thl. Portlandcement.

229. In jedem Falle muss der Mörtel vor der Verwendung probirt werden. Zu diesem Zwecke setzt man eine Probe nach dem gewählten Verhältniss zusammen, bringt sie zwischen zwei Backsteine und taucht diese in Wasser ein. Nun beobachtet man die Art und Weise, wie der Mörtel „bindet" und die Zeit, welche er hierzu braucht.

Besser noch bedient man sich der „Probirnadel", welche nach Uebereinkunft der Bautechniker in folgender Weise gebraucht wird.

Man rührt von einer Probe des betreffenden Mörtels mittelst einer Kelle oder eines kleinen Spatens einen ziemlich steifen Teig an, formt hieraus Klösse von der Grösse eines Hühnereies und bringt diese auf den Boden eines gläsernen oder porcellanenen Gefässes. Man füllt darauf das Gefäss mit Wasser, welches vorsichtig eingegossen wird, um den Mörtel nicht zu verdünnen. Nachdem man den Zeitpunkt des Wasseraufgiessens genau notirt hat, lässt man die Probe stehen.

Nach 24 Stunden wird der Grad der stattgefundenen Erhärtung mit Hülfe eines kleinen, aus einem Stück einer starken Stricknadel von 1,2 mm Durchmesser hergestellten Instrumentes untersucht. Die Nadel ist an dem einen Ende ganz gerade abgeschnitten und trägt an dem anderen Ende einen 300 g schweren Bleiknopf. Das erstere Ende wird vorsichtig auf die im Wasser liegende Mörtelprobe aufgesetzt. Wenn die Nadel in dieselbe nicht eindringt, so hat der Mörtel „gebunden" und ist als hydraulisch zu bezeichnen.

Dringt die Nadel ein, so wird der Versuch 24 Stunden später wiederholt und so weiter alle 24 Stunden, bis der Mörtel widersteht und die Erhärtung stattgefunden hat. Je nach der Zeit, in welcher

dies erreicht ist, bringt man den Mörtel unter eine der oben aufgeführten Classen.

230. Nachdem eine für die auszuführende Arbeit passend erscheinende Mörtelzusammensetzung ausgewählt ist, muss noch auf die sorgfältige Bereitung des Mörtels geachtet werden. Hierbei sind die in den bautechnischen Lehrbüchern sich vorfindenden Kunstregeln zu befolgen, welche folgendermaassen zusammengefasst werden können:

1. Man achte auf die gute Qualität der einzelnen Bestandtheile des Mörtels.

2. Der Sand muss trocken, ziemlich grobkörnig und nicht thonig sein. Wenn statt des Sandes feiner Kies angewendet wird, so muss dieser von gleichmässiger Korngrösse und frei von erdigen Partien sein. Für ganz sorgfältige Mauerung empfiehlt es sich sogar, ihn zu waschen.

3. Die Cemente müssen gut und frisch sein, man probire sie vorher mit der Probirnadel.

4. Der Kalk muss vollständig gelöscht und durch ein Sieb von allen fremden Körpern sowie von ungelöschten Kalkbrocken befreit sein.

5. Das Mengenverhältniss der Bestandtheile ist gut zu controliren und die Mischung trocken vorzunehmen.

6. Das Anrühren erfolge mit möglichst wenig Wasser und drei oder vier Tage vor der Vermauerung. Der Mörtel muss so lange durchgearbeitet werden, bis die einzelnen Bestandtheile desselben aufs Innigste mit einander gemischt und nicht mehr zu unterscheiden sind. Unmittelbar vor der Vermauerung ist der Mörtel nochmals durchzuarbeiten.

231. Es ist auf diese verschiedenen Punkte hier eingegangen worden, weil von ihrer Beachtung fast allein die Solidität der Mauerung abhängt. Der Beaufsichtigung der fraglichen Herstellungsarbeiten kann daher nicht genug Sorgfalt zugewendet werden.

232. Wenn ein oder mehrere Schächte auf eine bedeutendere Teufe auszumauern sind, so empfiehlt es sich, den Mörtel auf maschinellem Wege, in einem verticalen oder horizontalen Rührwerke zuzubereiten. Es wird dabei an Arbeitslohn gespart und der Mörtel ist immer besser und gleichmässiger durchgearbeitet, als bei der Handarbeit.

Auf grösseren Grubenanlagen wird man daher zweckmässiger Weise ein Göpelwerk zur Mörtelbereitung aufstellen. Ein solches ist billig anzulegen und kann während der ganzen Dauer des Betriebes Dienste leisten.

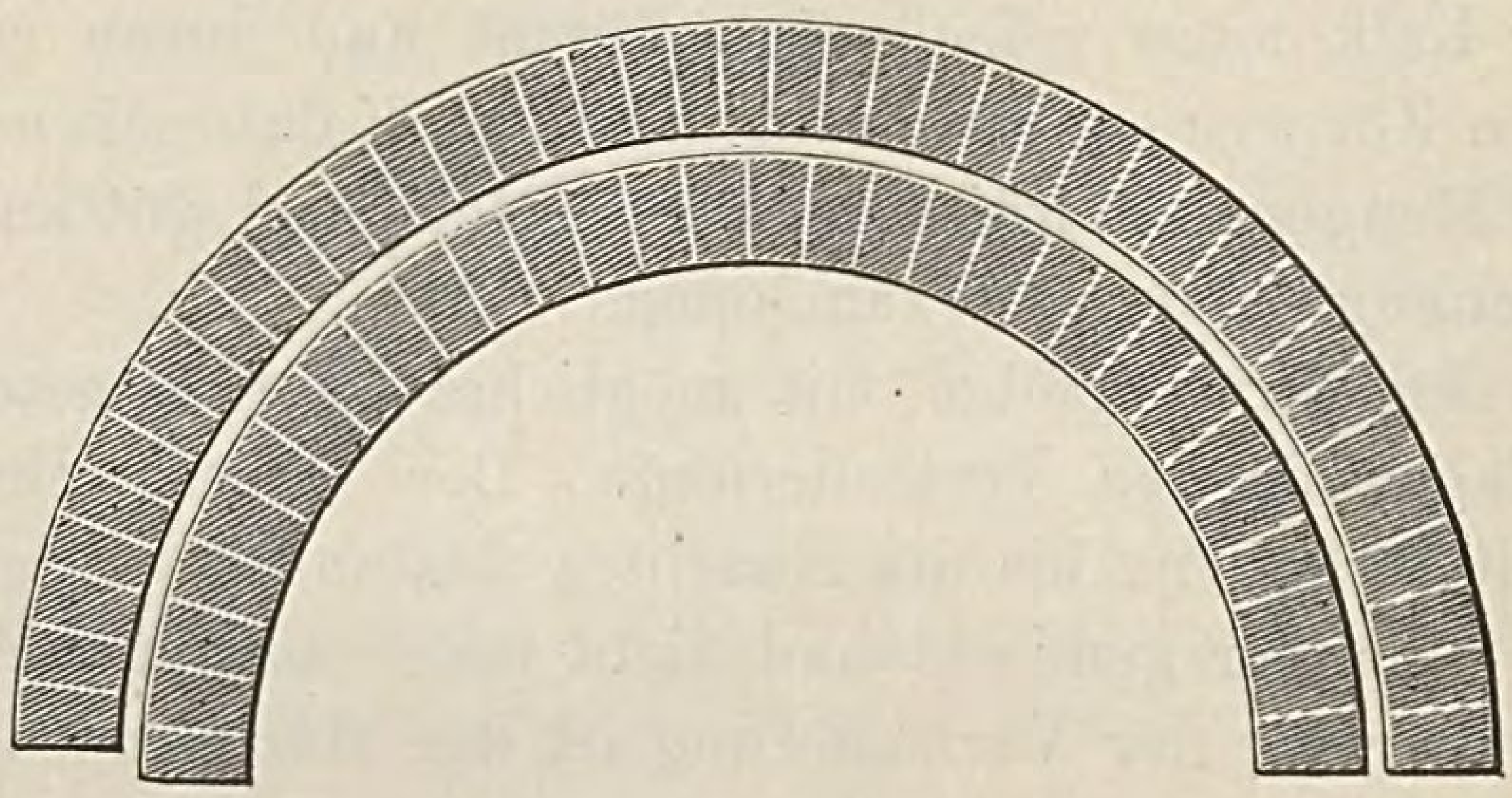
233. E. Die Aufführung des Mauerwerks. — Auch die hierfür geltenden Regeln der Bautechnik mögen hier mitgetheilt sein:

Die Backsteine kommen in ein Bett von frisch angerührtem Mörtel zu liegen, d. h. man breitet zuerst mit der Kelle eine mehr oder weniger dicke Schicht von gutem, hinreichend breiigem Mörtel auf der Lagerfläche aus, legt dann den Stein darauf und klopft ihn mit der Kelle fest oder rückt ihn — was besser ist — unter dem Druck der Hand auf dem Mörtel so zurecht, dass er gut aufliegt. Die senkrechten Fugen werden mittelst der Kelle ebenso, wie die horizontalen, mit Mörtel dicht ausgefüllt.

Das Backsteinmauerwerk erhebt sich in einzelnen Schichten, innerhalb deren ein bestimmter Verband mit möglichster Gleichmässigkeit durchgeführt werden muss.

Bei der Schachtmauerung wird jede Backsteinschicht aus einem oder mehreren getrennten Kränzen hergestellt, von denen jeder einen oder einen halben Stein stark ist (Fig. 91). Bei einer sorgfältigen Mauerung darf die Breite der Fugen 0,01 m nicht übersteigen.

Fig. 91.



Wenn man es mit sehr porösem Material, wie es die Backsteine meist sind, zu thun hat, so müssen dieselben vor der Vermauerung mit Wasser benetzt werden. Zu trockene Steine würden nämlich dem Mörtel einen Theil des zu seinem guten Binden erforderlichen Wassers entziehen, so dass letzterer pulverförmig erhärtete, statt eine Masse von der Festigkeit der Steine selbst zu geben.

Dieser Fall ist jedoch bei Schächten weniger zu befürchten, da hier die Feuchtigkeit und das zusickernde Wasser die Steine in der Regel genügend benetzen.

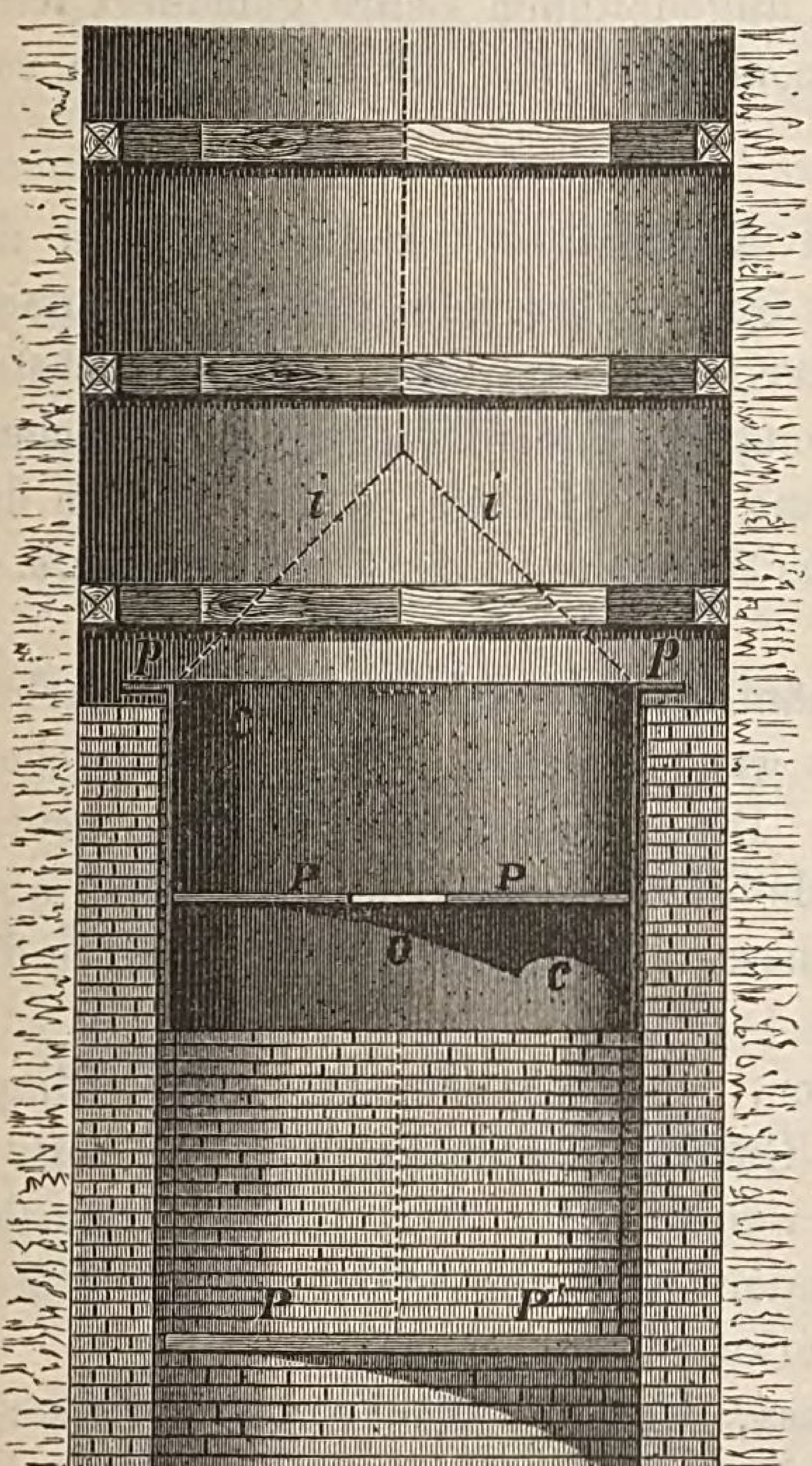
234. Die Maurer stehen bei ihrer Arbeit auf Bühnen. Diese können durch Aufnageln von Brettern auf Hölzer, welche in das Mauerwerk eingelassen sind, bestehen. Sie werden in dem Maasse, wie die Arbeit aufrückt, höher gelegt. Hinterher werden die in dem Mauerwerk ausgesparten Bühnlöcher wieder ausgefüllt. Wenn man die Einstriche mit dem Aufführen der Mauerung einbaut, so wird der Bretterbelag auf diese aufgelegt.

235. Da das Abbrechen und Höherlegen der Bühnen eine missliche Arbeit ist, so bedient man sich, wo es angeht, besser einer schwebenden Bühne von der Form der Schachtscheibe, welche mit Hülfe von Ketten oder dergleichen und über Tage stehender Winden allmälig emporgezogen wird. Man kann dieser Bühne die Form eines Kübels geben und sie zugleich als Lehre benutzen.

Folgendes ist eine sehr empfehlenswerthe, jedem Unfall vorbeugende Construction:

C C (Fig. 92) ist ein mit Boden versehener Cylinder aus Eisenblech. Sein Durchmesser ist etwas geringer als derjenige der freien Schachtscheibe. Dieser Kessel hängt an Seilen oder Ketten *ii* und kann durch Stellschrauben oder Winden von Tage aus gehoben werden.

Fig. 92.



Am Rande des Kessels vorspringende Klauen *p p*, welche man gegen die Mauerung verkeilen kann, sichern die Bühne vor dem Hinabfallen, wenn die Ketten oder Seile reissen sollten. Die Maurer stehen auf dem Boden *PP*. Jedesmal, wenn man bis unter einen der provisorischen Rahmen gelangt ist, begeben sich die Maurer, während die Zimmerhauer das Holzwerk entfernen, durch die Oeffnung *O* auf eine untere, durch Ketten mit der oberen verbundene Bühne *P′P′* und beschäftigen sich mit Ausfugen.

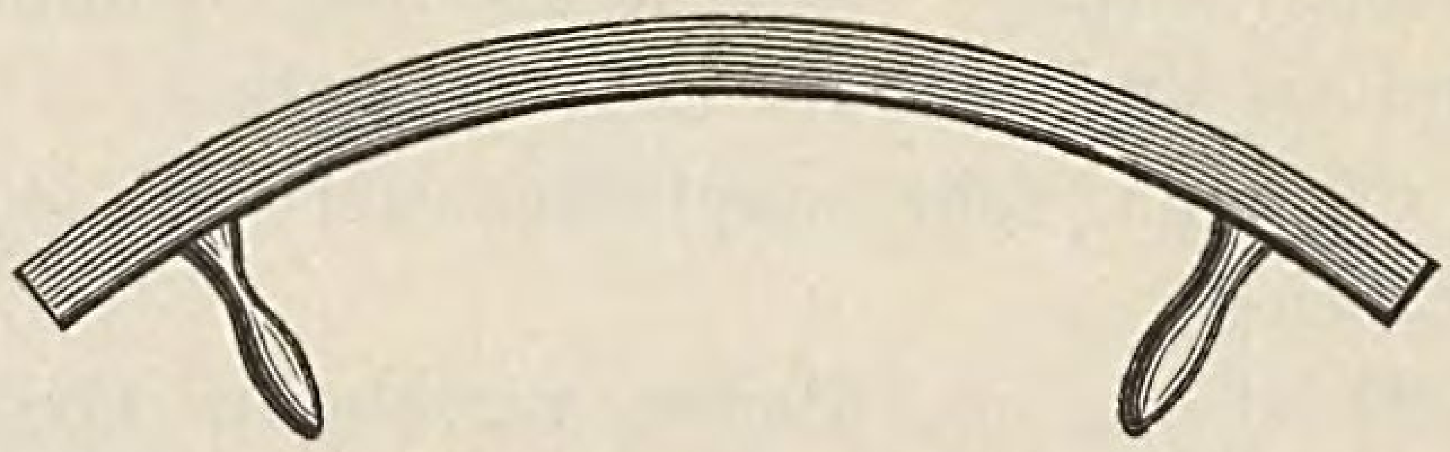
Wenn die Arbeit in dieser Weise gut eingerichtet ist, kann die Mauerung bis zu 2,50 m täglich aufrücken.

Der Kessel dient, wie man sieht, zu gleicher Zeit als Lehre (Schablone) für die Ausführung des Mauerwerks.

Bei Anwendung solcher fliegenden Bühnen empfiehlt es sich, dieselben an zwei oder mehreren, nahe den Schachtwänden herabhängenden Seilen und nicht mittelst Zwieselketten an einem einzigen, in der Axe des Schachtes befindlichen Seile aufzuhängen. Bei ersterer Disposition ist der Schachtraum über der Bühne freier und die Aufhängeseile können sich nicht mit den zum Materialeinhängen dienenden Seilen verwickeln.

236. Dient die Bühne nicht zugleich als Lehre, so müssen besondere Vorrichtungen getroffen werden, damit die Ausführung des Mauerwerks der gewünschten Form genau entspreche.

Fig. 93.



Hierzu dienen Lothe, welche gewisse Anhaltspunkte markiren, zwischen denen dann nach einer angehaltenen Lehre gemauert wird. Die letztere ist meist aus Eisen construirt und mit zwei Griffen versehen (Fig. 93).

237. F. Organisation der Arbeit. — Gewöhnlich wird die Ausmauerung eines Schachtes im Gedinge vergeben werden können, wobei der Preis pro laufenden Meter festgesetzt wird. Am einfachsten und meist am billigsten ist das sogenannte Generalgedinge, bei welchem der Unternehmer auch die Bereitung des Mörtels, das Zufördern der Materialien, den Bau der Bühnen, das Wegnehmen der Zimmerung u. s. w. zu besorgen hat.

Zuweilen jedoch, wenn es nämlich auf sehr sorgfältige Arbeit ankommt, z. B. Wasser abgesperrt werden sollen, ist es vorzuziehen, im Schichtlohn arbeiten zu lassen. Diese Arbeit kommt etwas theurer und geht langsamer von Statten als die Gedingearbeit, gewährt aber bei guter Aufsicht die Sicherheit, dass nicht später grobe Fehler in der Ausführung sich herausstellen.

In jedem Falle, besonders aber, wenn die Mauerung im Gedinge ausgeführt wird, sollte seitens der Grubenverwaltung ein ständiger, zuverlässiger Aufseher angestellt werden, der über die Qualität der verwendeten Materialien und besonders über die gleichmässige Stärke und gute Ausführung des Mauerwerks zu wachen hat.

Es darf nicht vorkommen, dass, während die Vorderfläche sorgfältige Ausführung zeigt, der dahinter liegende Raum unvollständig ausgemauert ist. Jene Aufseher müssen beauftragt werden, überall die Stärke der Mauerung zu controliren und den Stoss überall nachreissen zu lassen, wo er zu weit vorspringt, auch darauf zu achten, dass durchaus kein Hohlraum zwischen dem Mauerwerk und dem Gestein verbleibt. Diese Vorsicht ist unerlässlich zur Vermeidung der sonst mit Sicherheit eintretenden Druckwirkungen und Bewegungen in der Mauer.

238. Bei der Ausmauerung eines Schachtes mit Backsteinen kann in der Regel ein tägliches Aufrücken von 1,50 bis 2 m erreicht werden.

Die Hauptsache ist, dass die Materialzuförderung niemals im Rückstande ist und jeder Maurer pünktlich bedient wird.

Wenn statt der auf- und abzuschlagenden festen Bühnen eine fliegende Bühne angewendet wird, können bis 2,50 m in 24 Stunden erzielt werden, wie dies in dem Hauptschacht der Grube Marihaye bei Seraing, wo der oben beschriebene Eisenblechkübel angewendet wurde, der Fall gewesen ist. Der lichte Durchmesser dieses Schachtes betrug 4,50 m.

239. Auf einen Cubikmeter Mauerwerk rechnet man 500 gewöhnliche Ziegelsteine und $^1/_3$ cbm Mörtel. Der Arbeitslohn kann folgendermaassen berechnet werden:

Der runde Schacht habe 4 m lichten Durchmesser und die Mauerung eine Stärke von zwei Steinen oder 0,50 m. Es werden auf achtstündigen Schichten vier Maurer und zwei Handlanger angestellt.

Die Ausgabe in 24 Stunden beträgt dann:

12 Maurerschichten zu 6 Frcs. (4,80 Mk.) .	72,00 Frcs. (57,60 Mk.)
6 Handlangerschichten zu 4 Frcs. (3,20 Mk.) .	24,00 Frcs. (19,20 Mk.)
2 Aufseherschichten zu 5 Frcs. (4,00 Mk.) .	10,00 Frcs. (8,00 Mk.)
Zusammen	106 Frcs. (84,80 Mk.).

Wird das tägliche Aufrücken zu 1,50 m angenommen, so entspricht dies 10,590 cbm Mauerwerk. Der Arbeitslohn pro Cubikmeter stellt sich also auf $\frac{106}{10,59} = 10$ Frcs. (8 Mk.).

Hiernach lassen sich die Kosten eines Cubikmeters überschlagen wie folgt:

500 Ziegelsteine zu 18 Frcs. (14,40 Mk.) pro 1000 St.	9,00 Frcs. (7,20 Mk.).
$^1/_3$ cbm Mörtel zu 15 Frcs. (12 Mk.) pro cbm	5,00 Frcs. (4,00 Mk.).
Arbeitslohn	10,00 Frcs. (8,00 Mk.).
Zusammen	24,00 Frcs. (19,20 Mk.).

240. G. Vorsichtsmaassregeln. — 1. Bei schlagwetterführenden Gruben muss man, es mögen feste oder schwebende Arbeitsbühnen angewendet werden, in diesen stets einige Oeffnungen lassen. Es könnten sich sonst Schlagwetter darunter ansammeln und sich gelegentlich an den Lichtern entzünden.

2. Es darf kein Holz hinter der Mauerung sitzen bleiben, da dasselbe mit der Zeit vermodern und Hohlräume bilden würde, welche die Solidität des Ausbaues beeinträchtigen.

3. Die Hohlräume zwischen der Mauerung und den Schachtstössen müssen mit fest eingestampften Bergen oder noch besser mit einem aus Ziegelsteinbrocken und Mörtel gebildeten Beton ausgefüllt werden.

4. Sollten sich Bläser von Schlagwettern in den Schachtstössen vorfinden, so ist es gut, an den betreffenden Stellen Oeffnungen in der Mauerung zu lassen, durch welche das Gas entweichen kann.

5. Wo Wasserquellen im Schachte hervortreten, lässt man ebenfalls Oeffnungen in der Mauerung oder fügt, was besser ist, Rohre ein, durch welche das Wasser abfliessen kann und die man erst verschliesst, wenn das Mauerwerk fest geworden ist.

241. Bruchstein- und Betonausbau. — In Gegenden, wo die Ziegelsteine theuer und natürliche Bausteine billig sind, mauert man die Schächte mit letzteren aus. Dies ist beispielsweise im Becken von Saint-Etienne der Fall, wo die meisten Schächte mit Hausteinen von Kohlensandstein ausgekleidet sind.

Alle vorher über die Ausführung der Backsteinmauerung gegebenen Details finden gleicher Weise auf das Mauern mit Hausteinen Anwendung.

Die hierbei verwendeten Steine müssen hart, frisch und durchaus fehlerfrei sein. Sie müssen trapezförmig behauen sein, um gleichmässig breite Fugen zu geben. Ihre Grösse ist so zu wählen, dass sie leicht an ihre Stelle gelegt werden können. Die bei Saint-Etienne zur Schachtmauerung gebrauchten Steine werden, wie gesagt, dem Kohlensandstein entnommen und auf folgende Dimensionen zugehauen:

0,30 m Länge,
0,15 m mittlere Breite,
0,10 m Höhe.

Behufs gleichmässiger Vertheilung des Druckes empfiehlt es sich, eine Schicht von hydraulischem Beton zwischen Mauerung und Stoss zu bringen.

242. In neuerer Zeit ist in Saint-Etienne ein Schachtausbau versucht worden, der gewiss mit Vortheil weitere Anwendung finden wird. Das Verfahren besteht darin, dass der ganze Raum zwischen dem Gestein und einer allmälig höher gezogenen Kernform mit hydraulischem Beton ausgegossen wird. Diese Arbeit geht sehr rasch von Statten, der dadurch entstehende Ausbau ist recht solide und vollständig wasserdicht. (Wegen der Details dieser interessanten Arbeit vergl. Bulletin de la Société de l'Industrie minérale, Band III, 2. Serie.)

243. Eiserner Schachtausbau. — Neuerdings findet sich auch eiserner Schachtausbau angewendet. Bei Saarbrücken, sowie bei Seraing hat man hierzu U-Schienen gewählt, welche nach der Form des Schachtes zu Kreissegmenten gebogen und durch Laschen und Schrauben mit einander zu sehr widerstandsfähigen Ringen verbunden werden. Diese Ringe werden je nach der Beschaffenheit des Gebirges in Abständen von 1 bis 2 m eingebaut und unter einander wie gewöhnliche Holzrahmen verbunden. Die Verwahrung der Zwischenräume erfolgt durch

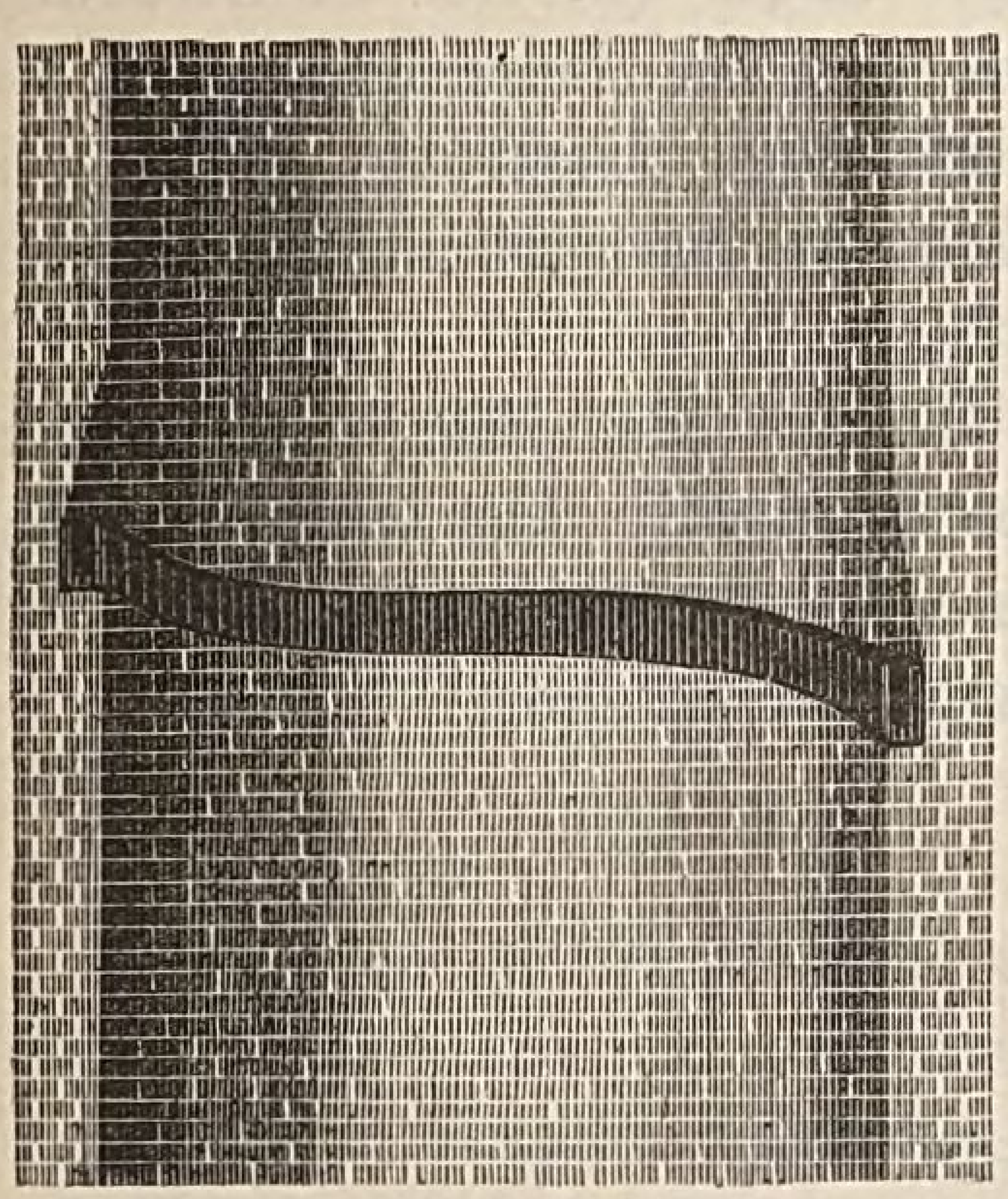
Pfähle, Eisenblech oder Gussplatten, auch wohl durch leichtes Mauerwerk.

Ein Hauptvortheil dieses Ausbaues besteht in der Schnelligkeit der Herstellung. Da hier der definitive Ausbau schon während des Abteufens zu Stande kommt, so wird die ganze, sonst für das Ausmauern zu verwendende Zeit erspart. Ausserdem spart man an Arbeitslohn beim Abteufen, da der Ausbau weniger von dem Querschnitt wegnimmt, folglich das Abteufen geringere Dimensionen haben kann. Auch fällt der Einbau von provisorischer Zimmerung fort.

Man muss indessen gestehen, dass alle diese Vortheile doch unerheblich sein würden, falls ihnen eine geringere Dauerhaftigkeit und grössere Unterhaltungskosten im Vergleich zu der Mauerung gegenüberstehen sollten. Ob dies der Fall ist, wird die Erfahrung bald gelehrt haben.

244. Sehr häufig macht sich das Bedürfniss geltend, lästige, im Schachte zusickernde Wasser bei Seite zu schaffen. Zu diesem Zwecke sammelt man dieselben in Gerinnen und leitet sie durch Röhren oder Canäle bis in den Sumpf oder den Kasten, aus dem die Pumpen saugen.

Fig. 94.



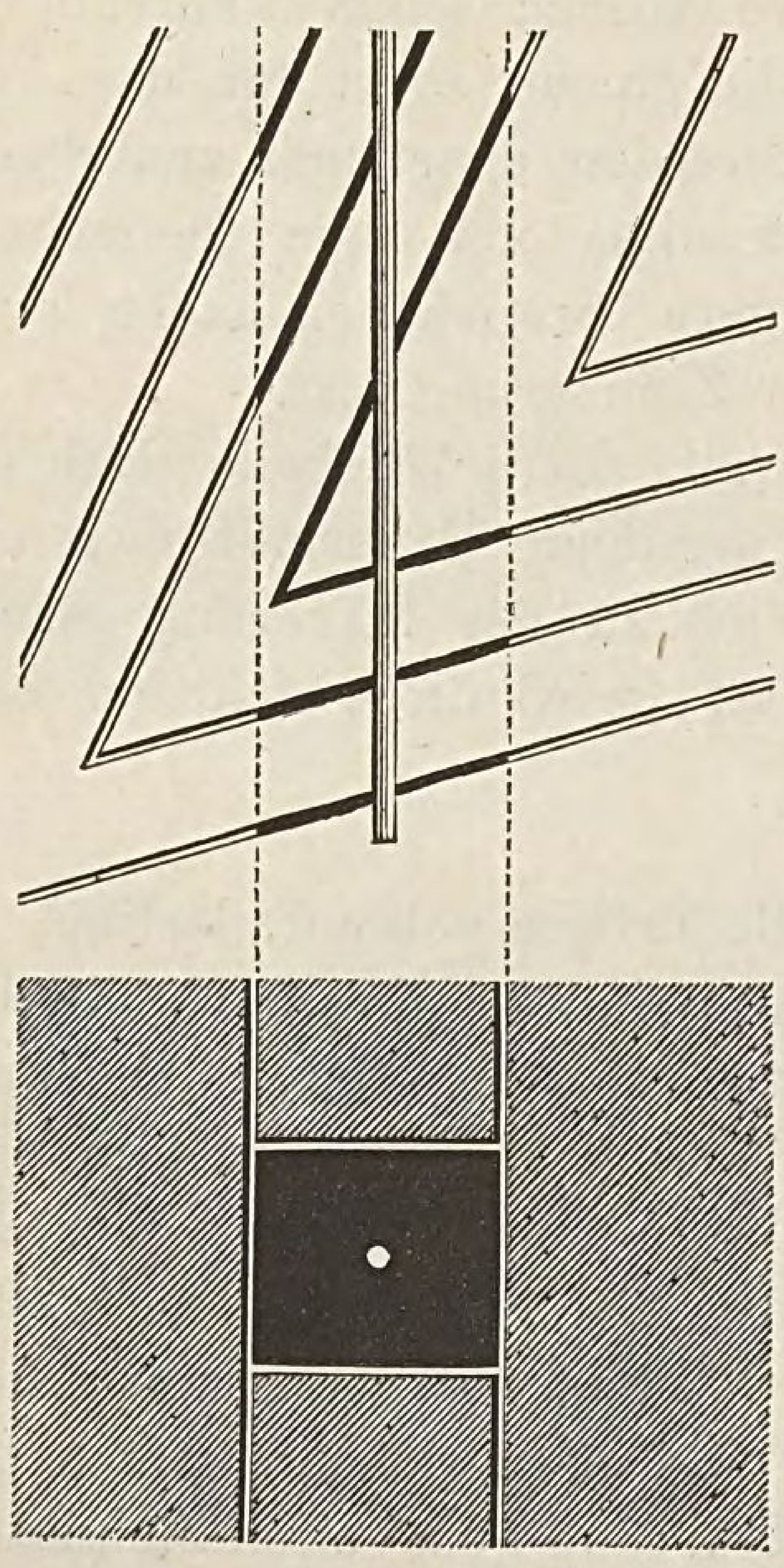
Oft begnügt man sich damit, jene Gerinne mit Hülfe von gegen die Mauerung genagelten Bleiplatten herzustellen. Man giebt denselben eine gewisse Neigung und sammelt so das Wasser in einem Rohr in einer Ecke des Schachtes oder in einem in der Mauerung ausgesparten Canale. Jene Gerinne aus Blei werden jedoch zu leicht durch das Passiren der Förderkörbe, durch Herabfallen von Kohlen oder Bergen u. s. w. beschädigt, sie erfordern fortwährend Unterhaltungsarbeiten, um wirksam zu bleiben. Besser ist es daher, sie aus Gusseisen zu machen und so in die Mauerung zu legen, dass sie mit dieser abschneiden. Damit nun das Wasser sich darin sammele, wird die Mauer über der Rinne in der durch Fig. 94 dargestellten Weise behauen.

Solche Rinnen werden in gewissen Abständen von einander angebracht und zwar hauptsächlich da, wo sich stärkere Wasserzusickerungen zeigen.

245. Um die Haltbarkeit der Schachtauskleidungen zu sichern, lässt man auf allen von dem Schachte durchschnittenen Flötzen rings

herum einen grösseren oder kleineren Ausschnitt, einen sogenannten Sicherheitspfeiler, unabgebaut stehen. Hierdurch sollen Senkungen und überhaupt Bewegungen des Gebirges in der Umgebung des Schachtes vermieden werden. Fig. 95 veranschaulicht diese Maassnahme. Die schwarz gezeichneten Partien stellen die um den Schacht herum stehen bleibenden Sicherheitspfeiler dar, während die helleren die zum Abbau kommenden Flötztheile sind.

Fig. 95.



Die Schachtsicherheitspfeiler müssen in der Regel nach allen Seiten hin mindestens 40 bis 50 m weit reichen. Oberhalb des Schnittpunktes muss die Erstreckung grösser sein, als unterhalb.

Je stärker das Flötzfallen ist, desto länger (in der Fallrichtung) muss der Sicherheitspfeiler sein. Bei horizontaler Lagerung kann ein Pfeiler von etwa 20 m Radius schon genügen.

Diese Sicherheitspfeiler sind äusserst wichtig; das Zubruchegehen eines Schachtes rührt oft lediglich von dem Fehler her, dass derselbe nicht ängstlich genug durch Sicherheitspfeiler geschützt wurde.

Fünftes Capitel.

Cüvelagen.

§. 1.

Allgemeines.

246. Wenn mit den Schächten vor Erreichung des Steinkohlengebirges sehr wasserreiche Deckgebirge zu durchsinken sind, so hat der Ausbau nicht nur die Aufgabe, das Zubruchegehen der Schachtstösse zu hindern, sondern auch die Wasser zurückzuhalten. Er muss daher vollkommen dicht sein, zumal die Wasser oft eine bedeutende Spannung äussern. Die Schachtauskleidungen heissen unter diesen Umständen Cüvelagen und müssen auf ganz besondere Weise construirt werden.

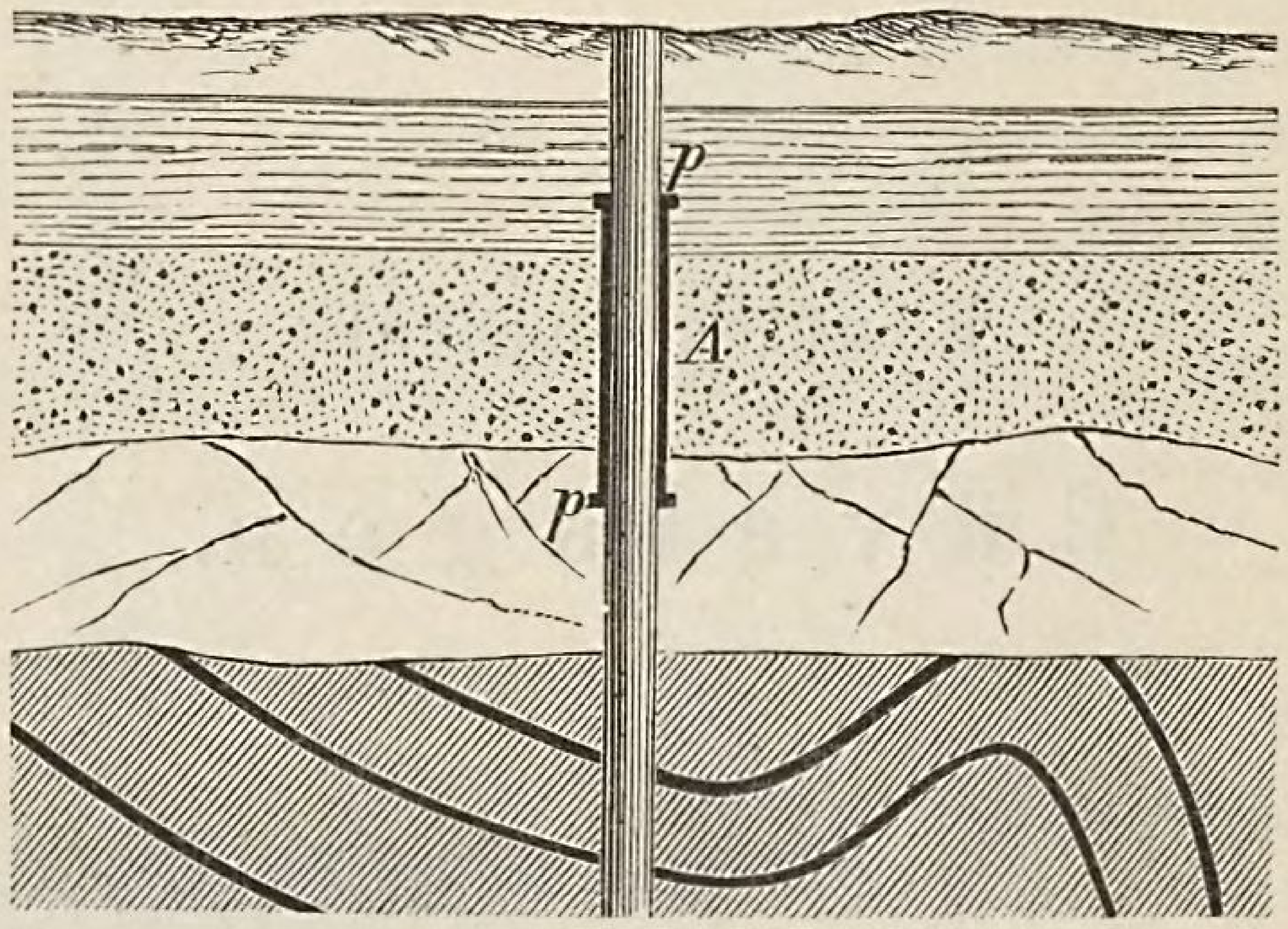
247. Der wichtigste Punkt ist der Fuss der Cüvelage. Es liegt auf der Hand, dass die an und für sich dichteste Cüvelage zwecklos ist, wenn das Wasser unter ihrem Fusse hindurchdringen kann.

Ein Beispiel mag dies veranschaulichen. Ein Schacht (Fig. 96, a. f. S.) habe vor Erreichung des Steinkohlengebirges eine wasserdurchtränkte Deckgebirgsschicht *A* zu durchsinken. Das ganze die wasserführende Schicht durchschneidende Schachtstück *pp* muss dann einen wasserdichten Ausbau, eine Cüvelage, erhalten. Aber die Undurchdringlichkeit dieser Cüvelage würde illusorisch sein, wenn das Wasser unterhalb derselben durchdringen könnte. Es ist daher unbedingt nothwendig, dass der Fuss der Cüvelage vollkommen dicht an das Gebirge angeschlossen sei, so dass das Wasser trotz seiner Spannung nicht durchdringen kann.

Auch diese Maassregel genügt noch nicht ohne Weiteres. Es ist auch nothwendig, dass das Gebirge am Fusse der Cüvelage widerstands-

fähig und wassertragend sei. Würde dasselbe beispielsweise Klüfte zeigen, wie solche in der Figur angedeutet sind, so würden die Wasser der Schicht A noch unterhalb des Cüvelagefusses in den Schacht eindringen und die Cüvelage nutzlos sein.

Fig. 96.



Die beiden wesentlichen Punkte sind demnach:

1. Wasserdichter Anschluss des Cüvelagefusses an das Gebirge.
2. Auswahl einer wassertragenden und auch sonst geeigneten Schicht für diesen Fuss.

248. Der Einbau jeder Art von Cüvelage nimmt in der Regel ungefähr folgenden Verlauf:

Der Schacht wird in gewöhnlicher Weise bis auf die wasserführende Schicht niedergebracht. Hier angekommen, stellt man Pumpen von solcher Leistungsfähigkeit auf, dass beim Durchteufen der wasserführenden Schicht die Wasser zu Sumpf gehalten werden können. Genügt eine einzige Pumpe nicht, so werden mehrere zu Hülfe genommen. In einem solchen Falle wird die Abteufarbeit schwierig, theils wegen der starken Zuflüsse an und für sich, theils wegen der durch die Pumpenanlage hervorgerufenen Behinderung. Dem ungeachtet betreibt man das Abteufen so schwunghaft als irgend möglich, da die Wasserzuflüsse mit der Zeit, wenn sie sich erst bestimmte Canäle gebahnt haben, immer stärker werden.

Sobald die wasserführende Partie durchsunken und eine zur Anbringung des Cüvelagefusses geeignete Schicht gefunden ist, stellt man das Abteufen ein, nachdem man vorher unterhalb des projectirten Fusses noch einen hinreichenden Sumpf zur Aufnahme der Saugrohre der Pumpen hergestellt hat.

Hierauf baut man von unten nach oben die Cüvelage ein, wobei man die Wasser im Schachte allmälig aufgehen und entweder die Fugen unverdichtet lässt oder Oeffnungen ausspart, damit sich

kein Druck hinter der Cüvelage einstellt, bevor dieselbe ganz vollendet ist.

Ist auf diese Weise die obere Grenze erreicht, so handelt es sich nur noch darum, die Cüvelage zu verdichten und den Druck sich einstellen zu lassen.

Zu diesem Zwecke beginnt man, die Wasser auszupumpen. In dem Maasse, wie der Wasserspiegel im Schachte sinkt, verdichtet man die Fugen oder verschliesst die Oeffnungen, durch welche vorher die Wasser vor und hinter dem Ausbau mit einander communicirten.

So gelangt man bis zu dem Fusse der Cüvelage und kann nun, wenn der Abschluss gut ausgeführt ist, ohne oder fast ohne Wasserhaltung weiter abteufen. Mit diesem Weiterabteufen erreicht man dann entweder das Steinkohlengebirge oder zunächst vielleicht eine zweite wasserführende Deckgebirgsschicht, für welche sich die beschriebenen Arbeiten wiederholen.

249. Die Cüvelagen bestehen aus Holz, aus Gusseisen oder aus Mauerung.

Die Cüvelagen aus Holz sind rechteckig oder polygonal, diejenigen aus Gusseisen rund und diejenigen aus Mauerung ebenfalls rund oder viereckig mit bogenförmigen Seiten.

§. 2.

Holzcüvelagen.

250. Die ersten Cüvelagen, welche ausgeführt wurden, bestanden aus Holz. Dieses Material verfault jedoch mit der Zeit und weicht dann dem Drucke. Die aus dem Bruche eines Cüvelagestückes entspringenden Nachtheile und Gefahren sind aber so gross, dass man schliesslich auf die Anwendung des Holzes bei diesen Constructionen ganz verzichtet hat.

Indessen bietet der wasserdichte Holzausbau zu interessante Einzelheiten, als dass dieselben hier mit Stillschweigen übergangen werden dürften. Sie finden übrigens anderweitig noch fortwährend Anwendung; auch haben die Holzcüvelagen den Ausgangspunkt für die Entwickelung des wasserdichten Ausbaues überhaupt gebildet. Wir werden daher diese Cüvelageart vorab betrachten.

251. Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass der empfindlichste Punkt der Cüvelagen in dem dichten Anschluss des Fusses an das Gebirge besteht. Für den Fuss wird daher völlig gesundes, widerstandsfähiges und vor Allem wassertragendes Gebirge auszuwählen sein. Man wählt am liebsten Schiefer oder harten Thonstein, welche Gebirgsarten weniger klüftig sind als Sandstein.

Wenn unterhalb des wasserführenden und deshalb abzuschliessenden Gebirges eine solche geeignete Basis für die Cüvelage gefunden ist, teuft man den Schacht noch 2 oder 3 m ab (Fig. 97), damit die Wasserzuflüsse sich unterhalb des Cüvelagefusses sammeln und die Arbeit nicht behindern.

Falls die Cüvelage in mehreren Absätzen hergestellt wird, kann man sich für die mittleren Anschlussschichten mit nur theilweiser Undurchlässigkeit begnügen.

Zunächst ist nun die Gesteinsbrust, auf welche der Fuss, d. h. der unterste Holzrahmen, verlagert werden soll, sorgfältig zu behauen. Dieser letztere heisst **Keilkranz** (*trousse à picoter*). Er ist

Fig. 97.

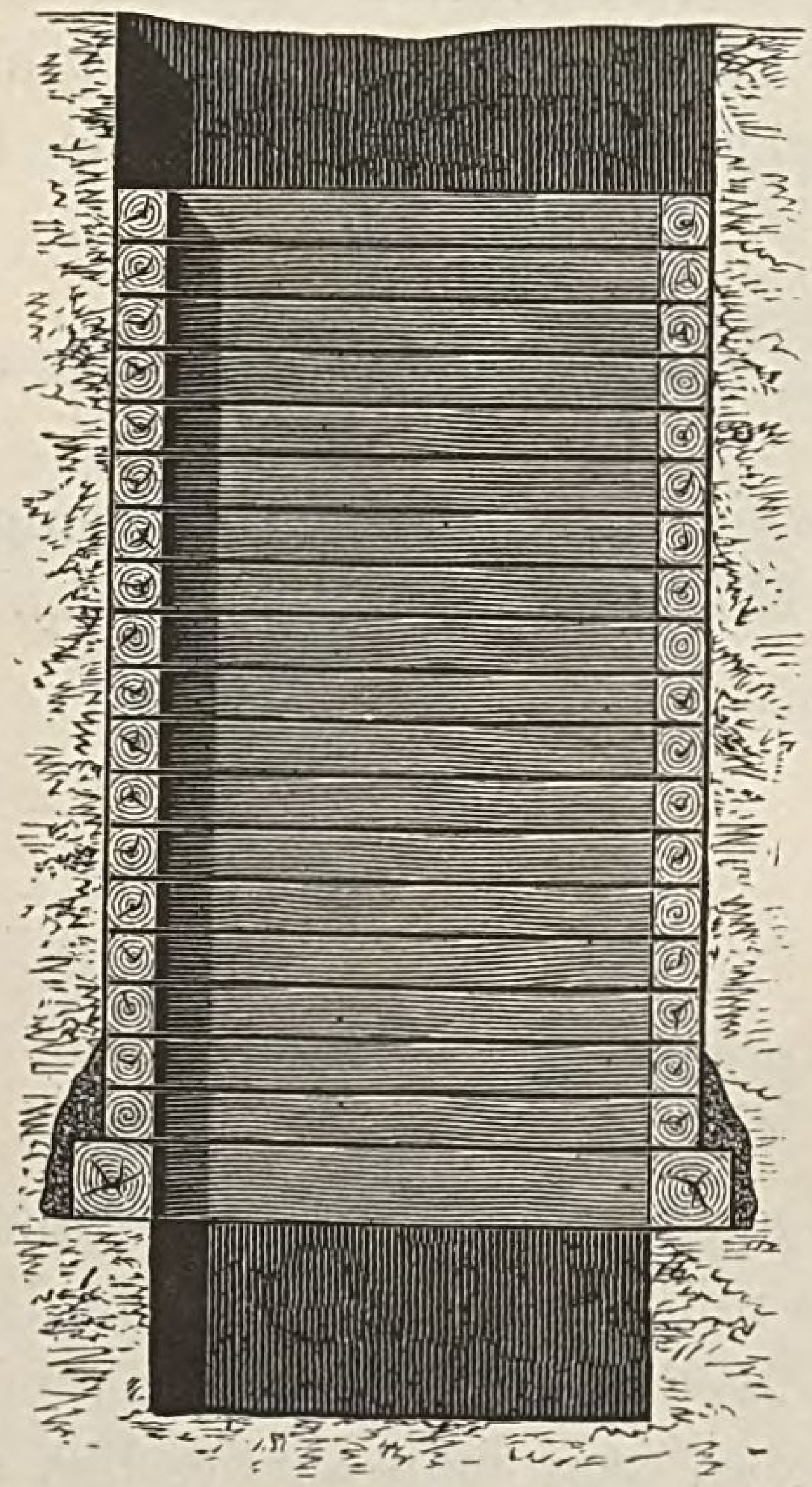
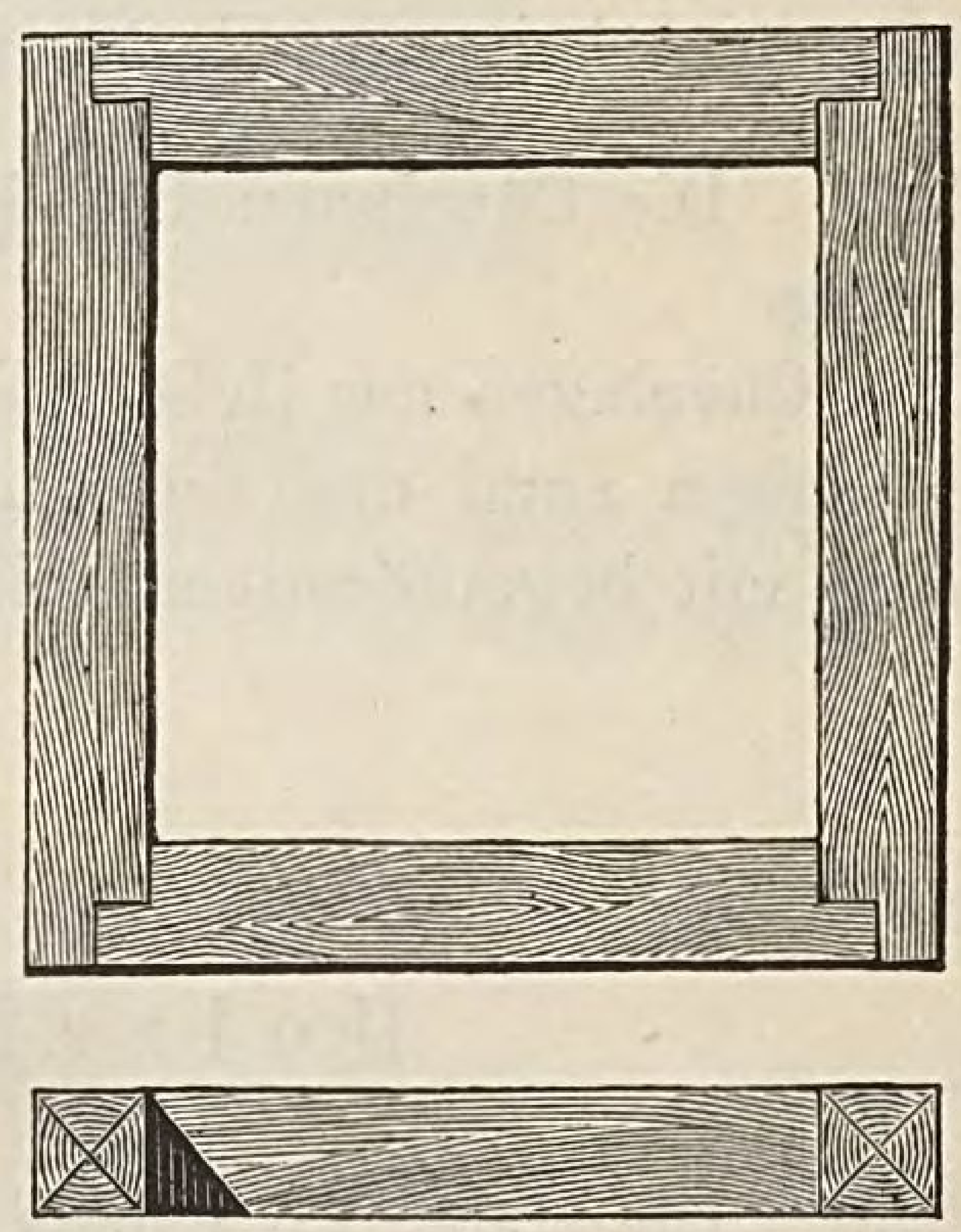


Fig. 98.



ein Rahmen von starkem Eichen-Quadratholz (Fig. 98). Bei quadratischer oder rechteckiger Schachtscheibe besteht er aus vier mit einander verblatteten, gut beschnittenen Balken.

Der Zwischenraum zwischen dem Rahmen und dem Gestein wird so dicht ausgefüllt, dass das Wasser trotz seiner starken Pressung nicht hindurchzudringen vermag. Dies geschieht auf folgende Weise:

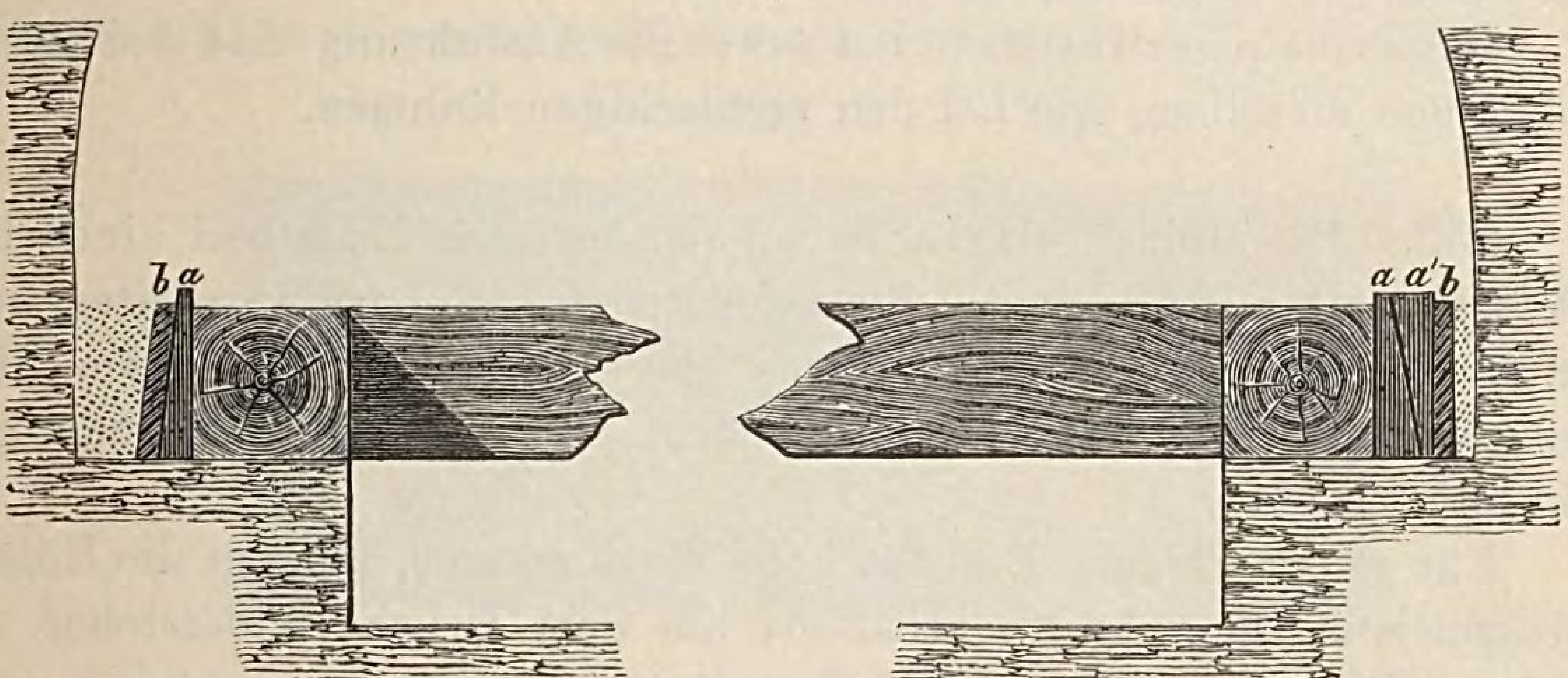
Zuerst wird der Rahmen rings mit Keilen *a* umgeben, deren schmales Ende nach oben gerichtet ist (Fig. 99). Auf diese Keile folgt eine starke Bohle *b*, die sogenannte Schwelle (*lambourde*). Der ganze Raum zwischen der Schwelle und dem Gestein wird so fest als möglich mit Moos ausgestampft.

Nun beginnt man zwischen der Schwelle und den Keilen neue Keile *a'* einzutreiben. Hierdurch wird die Schwelle nach dem Stoss hin gerückt und beginnt das Moos zusammenzupressen.

Wenn die grösseren Keile nicht mehr eindringen wollen und anfangen zu zersplittern, treibt man rings um den Rahmen möglichst viele Spitzkeile (*picots*) ein, anfangs solche aus Weidenholz, später härtere aus Buchenholz.

Jetzt ist die Schwelle schon soweit zurückgedrängt, dass man das Moos nicht mehr sehen kann. Nunmehr werden noch kleinere Spitzkeile angewendet. Die herausstehenden Köpfe schneidet man von Zeit

Fig. 99.



zu Zeit mit dem Meissel ab. Endlich, wenn auch diese Keile nicht mehr eindringen wollen, bahnt man ihnen den Weg durch eine eiserne Spitze (die sogenannte *agrape à picoter*).

Schliesslich sind weder die ersten Keile noch die Picots zu unterscheiden, das Ganze bildet eine äusserst dichte Kalfaterung. Die Verkeilung ist nun vollendet und der entstandene Cüvelagefuss ist für Wasser vollkommen undurchdringlich. Die Feuchtigkeit strebt noch die Hölzer quellen zu machen und die Dichtigkeit des Abschlusses zu erhöhen.

Der Rest der Cüvelage ist sehr einfach aufzubauen. Die einzelnen Rahmen brauchen nur auf einander gelegt zu werden (Fig. 97). Sie haben dieselbe Form wie der Keilkranz, aber geringeren Querschnitt der Balken. Statt aus Eichen- bestehen sie aus Buchenholz. Die Hölzer werden über Tage sorgfältig beschnitten und nach und nach eingehängt. Auf diese Weise rückt man bis zu dem höchsten Wasserspiegel auf.

Um nun den ganzen Ausbau wasserdicht zu machen, füllt man die Fugen mit getheertem Werg aus. Dasselbe wird durch Blechstreifen, welche über die Fugen gelegt werden, zurückgehalten.

Hinter die Cüvelage hat man bei ihrem Aufbau Kalkofenasche oder hydraulischen Mörtel gefüllt.

In dem Maasse, wie die Cüvelagekränze aufgesetzt wurden, hat man die Wasser im Schachte aufgehen lassen. Die Kalfaterung der

Fugen erfolgt in abwärts gehender Richtung und unter allmäligem Sümpfen der Wasser.

252. Die rechteckigen Cüvelagen eignen sich nicht für hohen Wasserdruck, weil die Balken sich durchbiegen. Für solche Fälle wählt man daher die Form eines Polygons von um so grösserer Seitenzahl, je höher der Druck ist; man sucht eben sich der Kreisform möglichst zu nähern. In der belgischen Provinz Hainaut hat man Polygone von nicht weniger als 22 Seiten construirt.

Das Princip der Construction sowie die Ausführung sind bei diesen Polygonen dieselben, wie bei den rechteckigen Rahmen.

253. Die Holzcüvelagen haben den grossen Nachtheil einer beschränkten Dauerhaftigkeit. Sie erfordern viel Reparaturarbeiten und durch den plötzlichen Bruch eines Stückes kann die Existenz der ganzen Grube und das Leben der darin beschäftigten Menschen gefährdet werden.

Für grosse Teufen, d. h. für hohe Wassersäulen, müssen die Hölzer beträchtliche Querschnitte erhalten, um dem Drucke widerstehen zu können. Die erforderliche Dicke derselben ist proportional dem inneren Durchmesser des Schachtes und der Höhe der zurückzuhaltenden Wassersäule.

Für einen Schacht von 3 m lichtem Durchmesser wird Holzcüvelage schon bei weniger als 100 m Druckhöhe praktisch so gut wie unanwendbar.

§. 3.

Eiserne Cüvelage.

254. Die Anwendung des Gusseisens zur Construction von Cüvelagen ist in England zu Hause und von dort nach Westfalen herübergekommen.

Eiserne Cüvelagen sind fast immer kreisrund. Sie werden aus geflantschten, auf einander gesetzten Ringen oder aus einzelnen Segmenten (*tubbings*) zusammengesetzt. Die erstere Methode wird nur in besonderen Fällen angewendet, z. B. wenn man die Cüvelage in einem Stück einsenken muss, wie wir dies später kennen lernen werden. Vorläufig soll hier der Aufbau der Cüvelage aus Segmenten betrachtet werden und zwar ist mit dem Fusse zu beginnen.

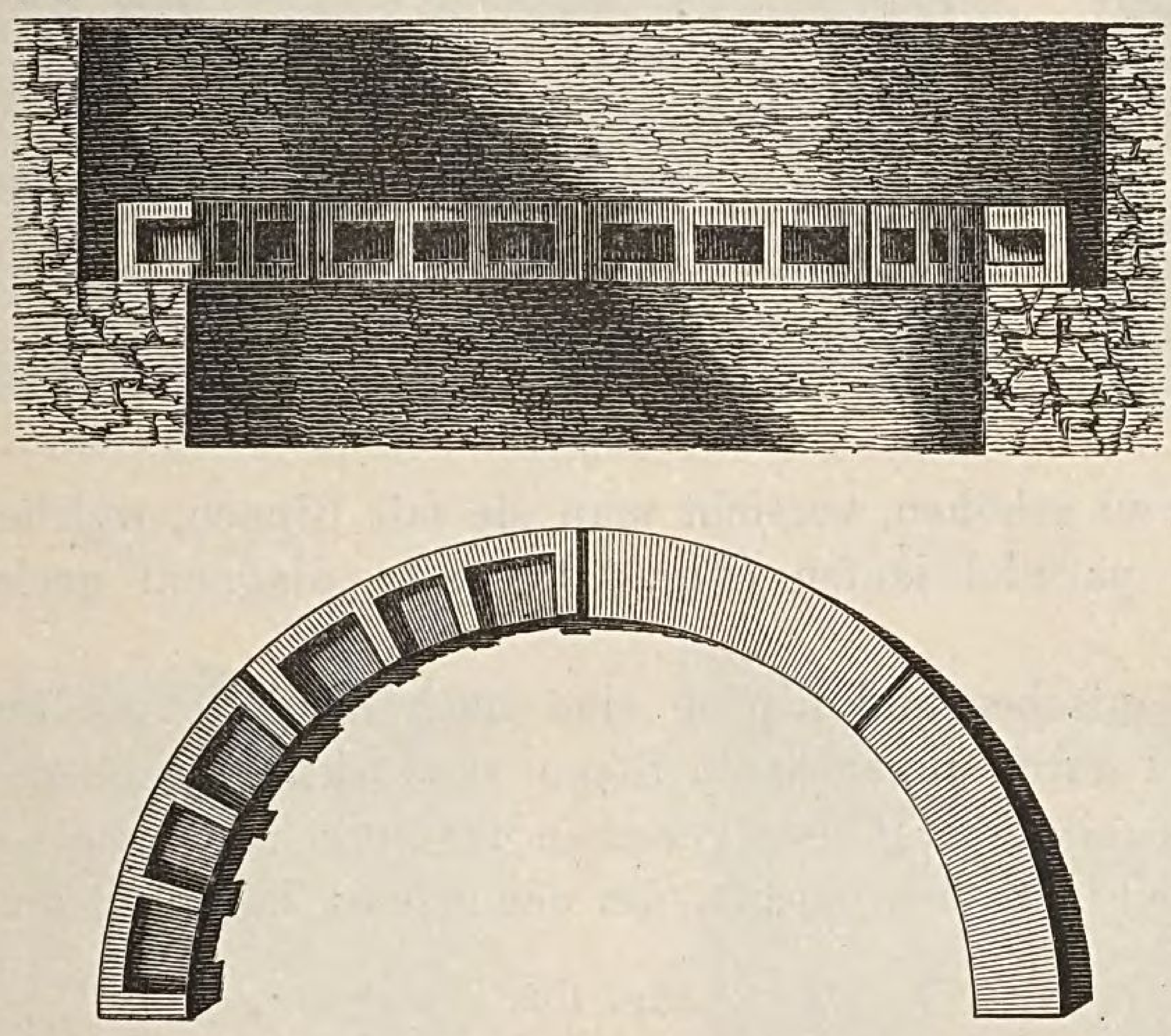
255. Der Fuss- oder Keilkranz wird aus gusseisernen Segmenten von ungefähr 30 cm Höhe zusammengesetzt. In denselben sind durch

Rippen getrennte Nischen ausgespart, um bei gleich bleibender Stärke das Gewicht der Stücke zu vermindern. Diese Nischen können nach aussen oder nach innen gekehrt sein oder auch sich nach der Lagerfläche hin öffnen. Fig. 100 stellt einen solchen Fusskranz mit nach innen gerichteten Nischen dar.

Der Einbau des Fusses geschieht folgendermaassen:

Nachdem das Gesteinslager gut horizontal zugehauen ist, wird eine Lage von Tannenholzbrettern darauf gelegt. Auf diese kommt, Segment an Segment, der Keilkranz zu liegen, wobei die Fugen mit Tannenholzbrettchen ausgefüllt werden. Zwischen den Kranz und das

Fig. 100.



Gestein bringt man ebenfalls Tannenbrettchen, welche in derselben Weise, wie bei der Holzcüvelage, picotirt werden, nur mit dem Unterschiede, dass hier kein Moos angewendet wird. Darauf picotirt man auch alle die in die Fugen der Segmente gesteckten Brettchen.

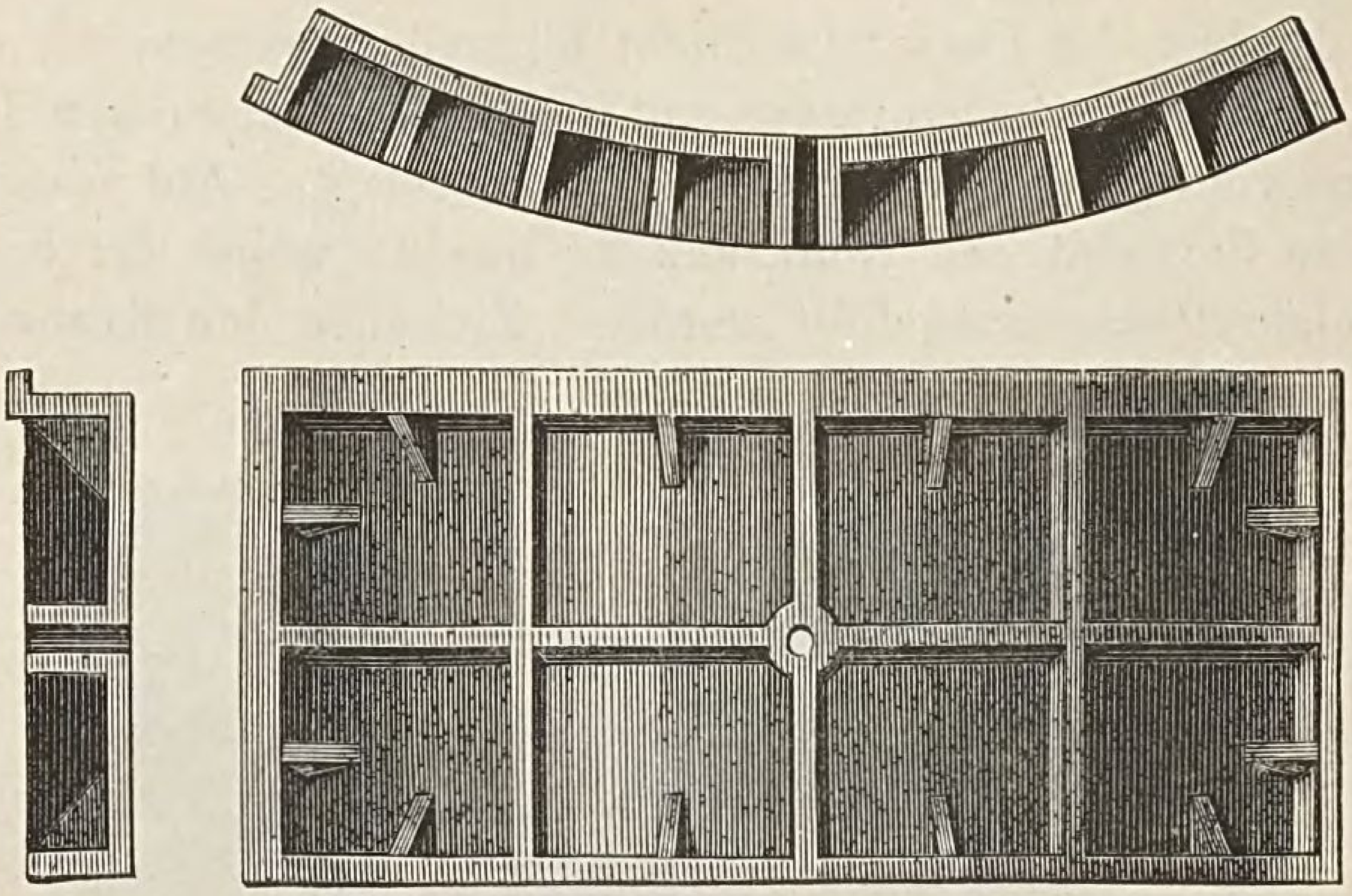
Wenn der von der Cüvelage auszuhaltende Druck sehr bedeutend ist, so legt man einen zweiten, gleichen Keilkranz auf den ersten und auf jenen zuweilen noch einen dritten.

256. Die eigentliche Cüvelage setzt sich ebenfalls aus dicht verfugten Gusseisen-Segmenten zusammen. Die Dimensionen der letzteren hängen natürlich von denjenigen des Schachtes ab; sie müssen derartig sein, dass das Einbauen leicht bleibt. Beispielsweise würde man für einen Schacht von 4 m Durchmesser jeden Ring aus 12 Segmenten mit etwas über 1 m Seite herstellen.

Die Segmente sind ringsum mit Flantschen versehen (Fig. 101, a. f. S.). Sie haben in der Mitte ein Loch, welches das Einhängen erleichtert

und während des Aufbaues das Wasser durchlaufen lässt. Diese Löcher werden nach Fertigstellung der Cüvelage und nach Verdichtung der Fugen durch Holzpfropfen verschlossen. Um die Widerstandsfähigkeit

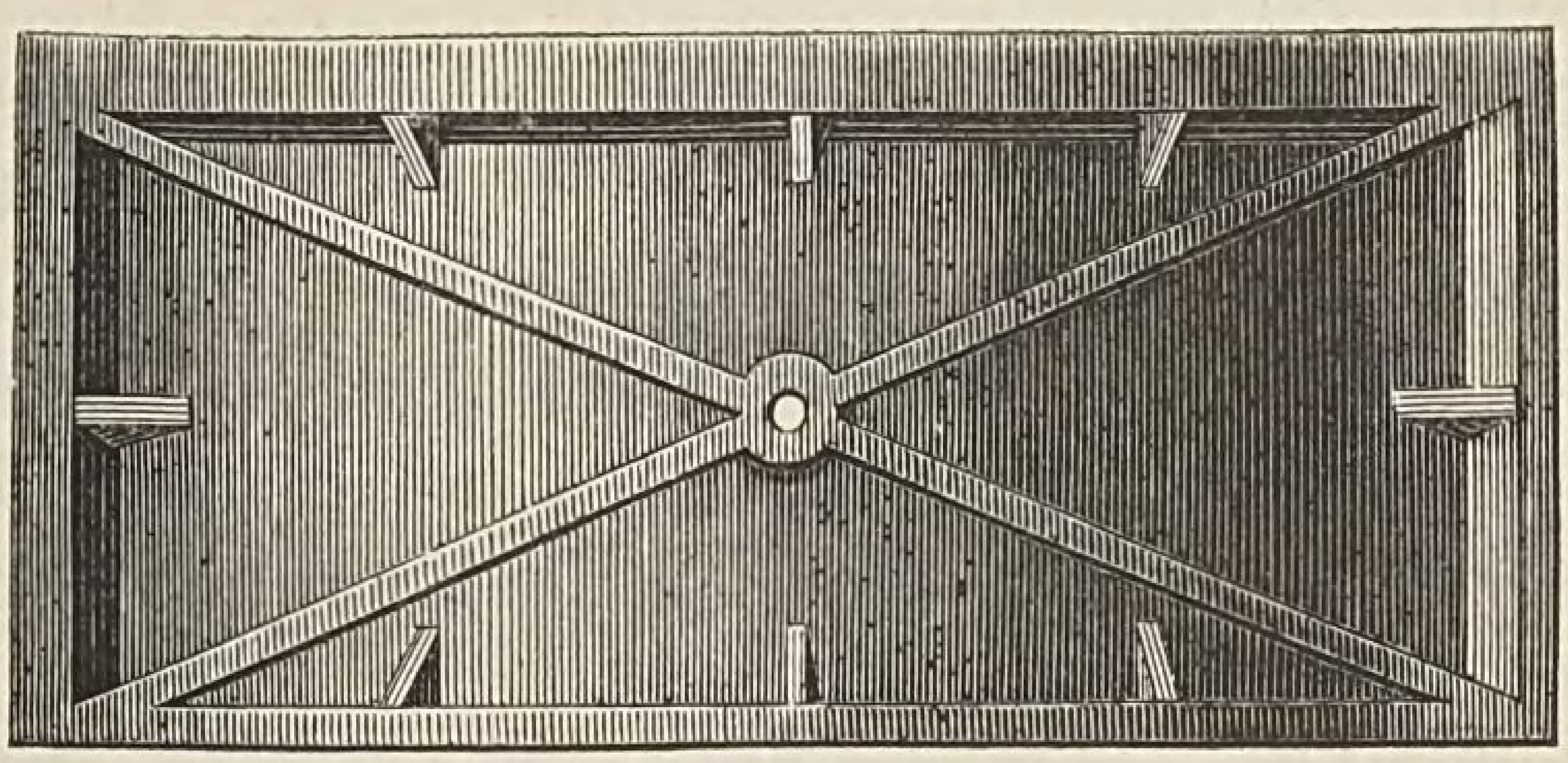
Fig. 101.



der Stücke zu erhöhen, versieht man sie mit Rippen, welche entweder den Seiten parallel laufen (Fig. 101) oder diagonal gerichtet sind (Fig. 102).

Die Flantschen und Rippen sind nach der Aussenseite gerichtet. Erstere sind durch angegossene Stege verstärkt. Die obere Flantsche ist oft noch mit einer Leiste versehen (entsprechend dem sogenannten Einpass bei Flantschenrohren), um das nächst höhere Segment besser

Fig. 102.

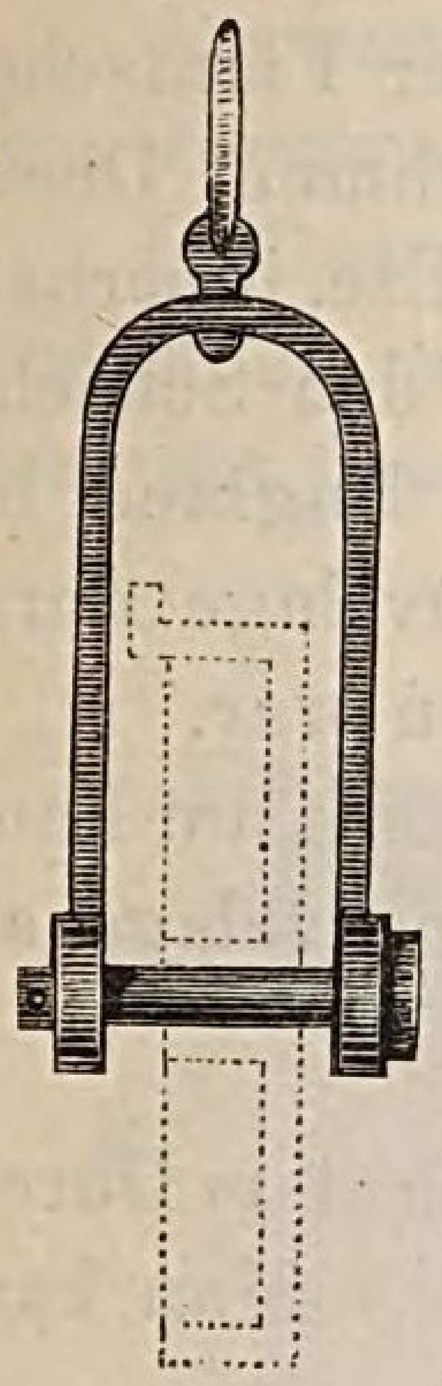


aufsetzen zu können, sowie um die zwischengelegten Brettchen während der Picotirung festzuhalten.

Der Aufbau der Cüvelage geht nun folgendermaassen vor sich: Wenn der Fusskranz in der oben beschriebenen Weise verlagert und picotirt ist, bringt man, Segment für Segment, die eigentlichen Cüvelageringe ein, wobei in alle Fugen, horizontale wie verticale, die erwähnten Tannenholzbrettchen eingelegt werden. Auf den nöthigen

Spielraum für diese letzteren muss man beim Entwerfen der Cüvelage Rücksicht genommen haben.

Fig. 103.



Zum Einhängen der Stücke bedient man sich einer direct an dem Seile befestigten Scheere von gebogenem Eisen, wie solche in Fig. 103 abgebildet ist. Die beiden Stangen der Scheere haben an ihrem Ende Oesen, durch welche ein zugleich durch das Loch des Tübbings hindurchgehender Bolzen gesteckt wird.

Die Tübbings können entweder so aufgesetzt werden, dass die horizontalen Fugen (Fig. 104), oder so, dass die verticalen Fugen (Fig. 105) mit einander correspondiren.

Die erstere Methode ist die bessere, denn sie gestattet bei eingetretenem Bruche eines Stückes dasselbe ohne Schwierigkeiten zu ersetzen, während die zweite Methode ein Abfangen aller über dem auszuwechselnden Stücke befindlichen Segmente erfordern würde.

Die Picotirung der Fugen erfolgt von oben nach unten, wobei immer die horizontalen zuerst vorgenommen werden.

Fig. 104.

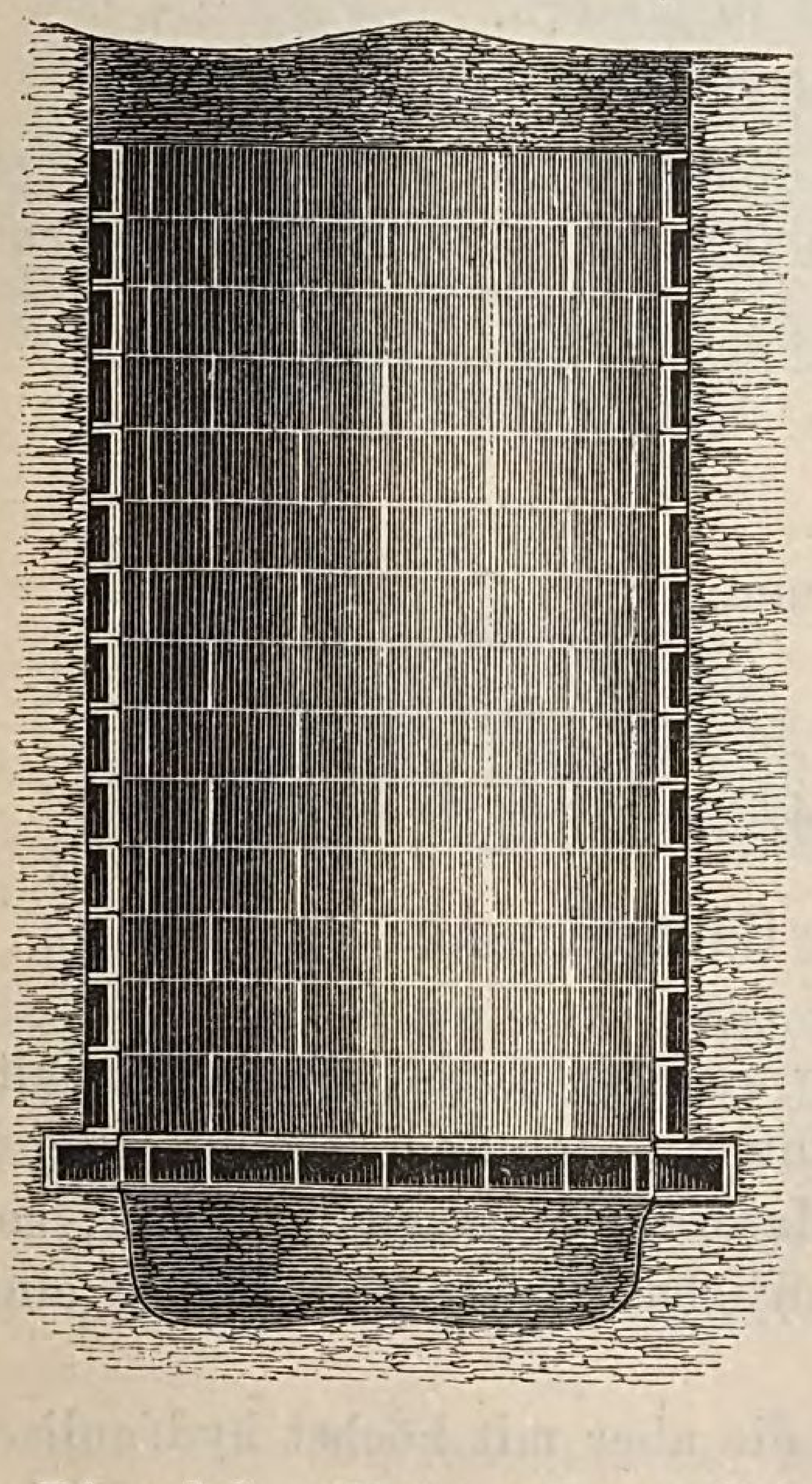
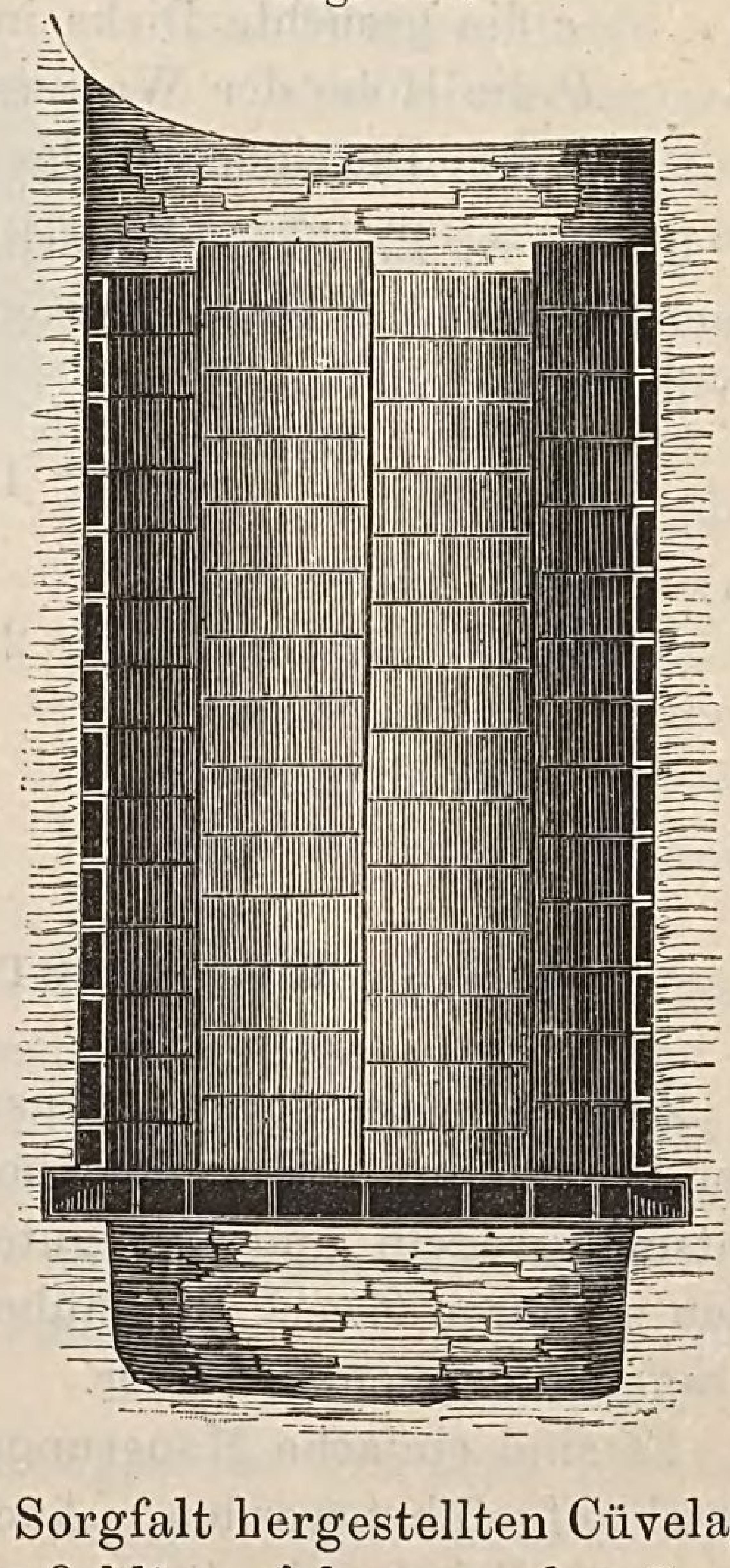


Fig. 105.



Die solcher Weise mit möglichster Sorgfalt hergestellten Cüvelagen sind vollkommen wasserdicht. Doch empfiehlt es sich zur noch grösseren

Sicherheit, während des Aufbaues die Auskleidung mit Beton zu hinterfüllen.

257. Ein grosser Vorzug der gusseisernen Cüvelagen besteht in ihrem geringen Raumbedürfniss, da sie einschliesslich der Flantschen nur etwa 12 bis 20 cm von dem Schacht**halb**messer fortnehmen. Dieser Umstand gestattet, falls der erste Ausbau undicht werden sollte, innerhalb desselben eine zweite Cüvelage einzubauen, ohne dadurch den Schachtquerschnitt bedeutend zu verringern. Dies ist z. B. in England bei einem Wetterschacht vorgekommen, wo die erste Eisencüvelage durch den ausziehenden Wetterstrom theilweise corrodirt worden war.

Bei Seraing konnte eine rechteckige Holzcüvelage, welche im Laufe der Jahre schadhaft geworden, durch eine innere Eisencüvelage aus bogenförmigen Segmenten verstärkt werden.

258. Die Wandstärke der Tübbings richtet sich nach dem Durchmesser des Schachtes und nach der Höhe der Wassersäule. Man kann sie berechnen nach der Formel:

$$e = 13 + \frac{PD}{24},$$

in welcher bedeutet:

e die gesuchte Dicke in Millimetern,
P die Höhe der Wassersäule in Metern,
D den Durchmesser des Schachtes in Metern.

Es sei z. B. die erforderliche Wandstärke der Cüvelage eines Schachtes von 4 m Durchmesser bei 50 m Wassersäule zu berechnen. Man hat dann:

$$e = 13 + \frac{50 \cdot 4}{24},$$

also:

$$e = 21{,}3 \text{ mm}.$$

§. 4.

Gemauerte Cüvelage.

259. Cüvelagen aus Mauerung verlangen viel mehr Sorgfalt bei ihrer Herstellung. Wenn sie aber einmal unter Beobachtung aller Vorsichtsmaassregeln und mit guten Materialien ausgeführt sind, so erfüllen sie ihren Zweck in unübertrefflicher Weise und haben eine so zu sagen unbegrenzte Dauer.

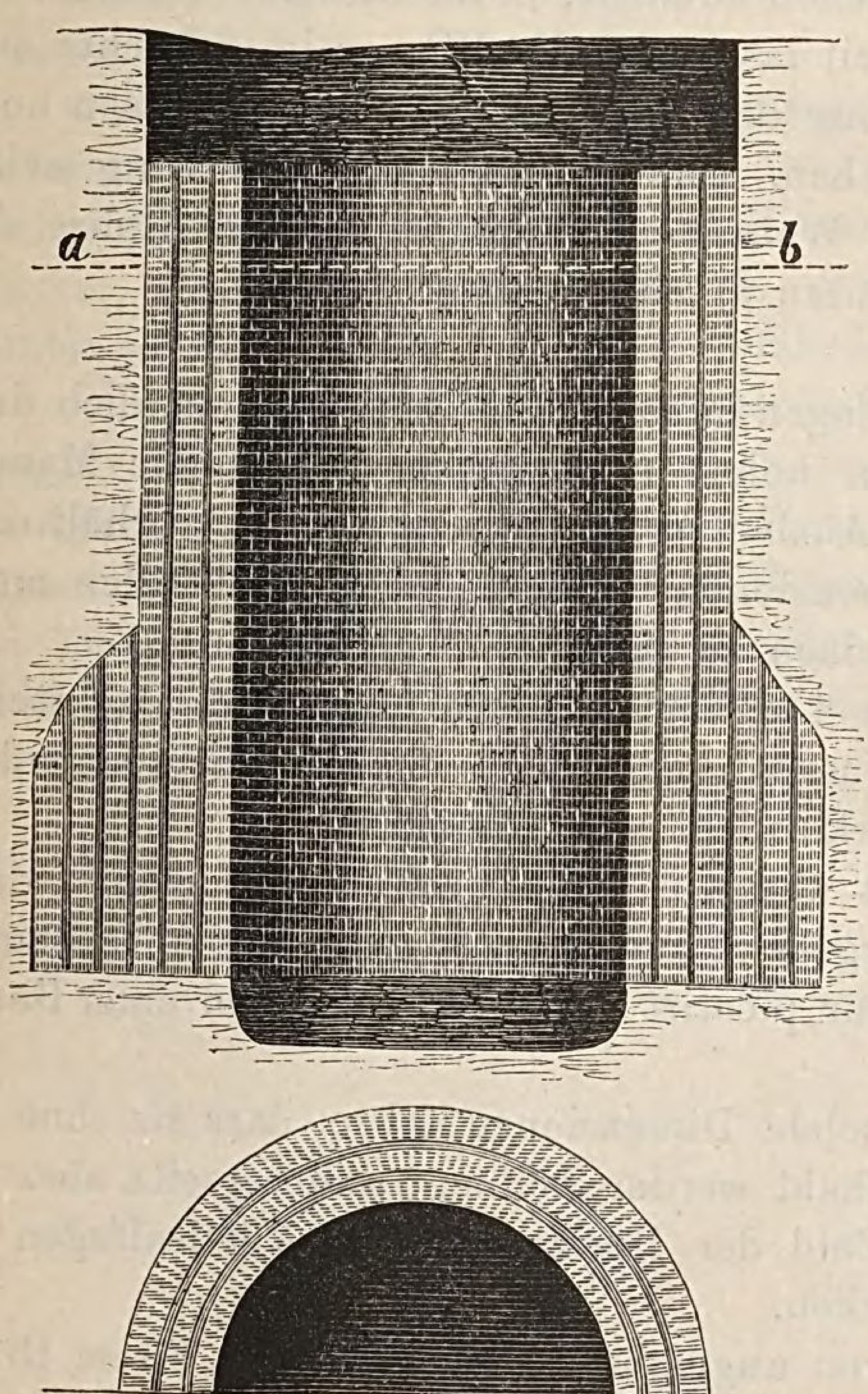
Es sind einfache Mauerungen, die aber mit höchst hydraulischem Mörtel aufgeführt werden. Auch erhalten sie eine grössere Dicke als die gewöhnlichen Schachtmauern.

Zu diesen Cüvelagen verwendet man gewöhnlich Backsteine. Dieselben müssen sehr hart und tadellos gebrannt sein. Sie müssen so fest sein als nur erreichbar ist.

Am besten fabricirt man eigens zu dem vorliegenden Zwecke Steine von trapezoidaler Form, damit die Fugen gleichmässig breit werden.

In Deutschland hat man stellenweise mit Erfolg Eruptivgesteine verwendet, welche sich sehr gut mit dem Mörtel verbinden. In Belgien hat man eine *„petit granit“* genannte Varietät des Kohlenkalkes angewandt, welche undurchlässiger ist, aber sich nicht so gut mit dem Mörtel verbindet.

Fig. 106.



Der wichtigste Punkt ist die Auswahl des Mörtels, der möglichst hydraulisch sein muss. Die gemauerten Cüvelagen erhalten nur durch den Mörtel ihre Wirksamkeit, denn der Ziegelstein ist porös und lässt Wasser durch.

Auf die schon weiter oben besprochene Mörtelbereitung soll hier nicht wieder eingegangen werden. Es mag nur hervorgehoben werden, dass man zur wasserdichten Mauerung schnell bindende Mischungen nehmen und dieselben unter genauester Beobachtung aller früher erwähnten Regeln behandeln muss.

Der Mauerfuss besteht in der Regel aus einer dickeren Mauermasse, welche auf einem gut bearbeiteten Gesteinslager von festem und undurchlässigem Gebirge aufgeführt wird. Der Schacht wird an der betreffenden Stelle erweitert (Fig. 106). Es ist übrigens vorzuziehen, den Fuss aus Hausteinen herzustellen, deren Fugen man wie die der Holz- oder Eisencüvelagen picotiren kann.

260. Die Einzelheiten der Mauerungsarbeit brauchen hier nicht wiederholt zu werden. Nur auf zwei wichtige Punkte ist noch besonders aufmerksam zu machen:

1. Der Mörtel muss so vertheilt werden, dass er jeden Stein vollständig umgiebt und dass vor Allem eine zusammenhängende Schicht von 3 bis 4 cm zwischen die einzelnen Mauerwerkscylinder kommt (vergl. den Vertical- und Horizontalschnitt der vorhergehenden Figur). Es sind hauptsächlich diese Ringe von hydraulischem Mörtel, auf welchen die Undurchlässigkeit der Cüvelage beruht.

2. Beim Aufmauern legt man in gewissen Abständen, besonders vor denjenigen Stellen, an welchen reichlichere Wasserquellen hervortreten, gusseiserne Wasserabzugsrohre ein, damit der Wasserdruck hinter der Mauerung nicht schon entsteht, bevor dieselbe erhärtet ist. Mit dem Aufrücken der Arbeit lässt man die Wasser im Schachte aufgehen. Auch nach Beendigung des Mauerns lässt man dieselben noch eine möglichst lange Zeit stehen. Endlich, wenn die Erhärtung sicher eingetreten ist, werden die Wasser ausgepumpt und die Rohre der Reihe nach von oben nach unten geschlossen.

261. Die Backsteincüvelagen haben einen Nachtheil, nämlich den, dass sich für einigermaassen hohe Wassersäulen bedeutende Mauerstärken ergeben, was den Ausbau sehr vertheuert und verhältnissmässig sehr weite Abteufdimensionen bedingt. In solchen Fällen muss man daher von den Ziegelsteinen zu Hausteinen übergehen.

Für Schächte von etwa 4 m lichtem Durchmesser ist Backsteincüvelage schon bei 60 m Wasserdruck wegen der sich berechnenden ganz übermässigen Wandstärke nicht mehr anwendbar.

Hausteincüvelage bietet übrigens auch noch den Vortheil, dass man Risse, welche durch Gebirgsbewegungen entstehen können, repariren kann. Dieselben brauchen nur picotirt zu werden, was bei einer Backsteincüvelage unmöglich ist.

Die Hausteine müssen solche Dimensionen haben, dass sie ohne zu grosse Schwierigkeit gehandhabt werden können; andererseits aber ist es auch zweckmässig, die Zahl der Horizontal- und Verticalfugen so viel als möglich zu beschränken.

Für eine Mauerstärke von ungefähr 30 cm kann man 30 cm Höhe und 60 cm Länge geben, so dass das Volumen des Steines ungefähr 54 cdm beträgt.

Um die Dichtigkeit noch zu erhöhen, ist es sehr rathsam, die Cüvelage aussen mit einer Schicht hydraulischen Mörtels zu umgeben, welche durch einen Mantel von $1/_2$ Stein Mauerwerk eingeschlossen ist. Der bei Seraing für eine derartige Cüvelage verwandte Mörtel bestand aus 1 Theil gelöschtem, mittelmässig hydraulischem Kalk und 2 Theilen Trass. Dieser Mörtel muss mit einer Rührmaschine so lange durchgearbeitet werden, bis der Kalk nicht mehr zu unterscheiden ist.

§. 5.

Vergleich zwischen den verschiedenen Cüvelirungsmethoden.

262. Um kurz zusammenzufassen, was bei der Auswahl einer Cüvelirungsmethode in Betracht kommt, so können wir sagen:

Holzcüvelagen sind zu wenig dauerhaft; sie sind gefährlich und müssen daher verworfen werden.

Gusseiserne Cüvelagen sind kostspielig, lassen sich aber leicht einbauen und nehmen wenig Raum in Anspruch, was manchmal sehr werthvoll ist. Andererseits ist das Gusseisen dem Zerbrechen unterworfen, was deshalb bedenklich ist, weil der Bruch eines einzigen Tübbings die Existenz der Grube gefährden kann.

Alles in Allem sind Mauerungscüvelagen die empfehlenswerthesten für Schächte von voraussichtlich langer Dienstzeit. Für Teufen von nicht über 30 bis 40 m können Ziegelsteine benutzt werden. Für höhere Wassersäulen dagegen sind Hausteine zu nehmen, wegen der bei Ziegelsteincüvelage zu gross werdenden Mauerstärke. Auch ist Hausteincüvelage leichter auszubessern als Backsteincüvelage.

Sechstes Capitel.

Schachtabteufen im Deckgebirge.

263. Es bleibt nun zu betrachten, wie man die rolligen oder wasserführenden oder sogar „schwimmenden" Deckgebirgsschichten durchteuft. Es können jedoch hier nur die Principien der gebräuchlichsten Methoden auseinandergesetzt werden, während die Einzelheiten der Ausführung in den betreffenden Abhandlungen der technischen Zeitschriften studirt werden müssen *).

264. Die meisten Deckgebirge stellen dem Schachtabteufen Schwierigkeiten entgegen, welche ganz besondere Abteufmethoden erfordern.

Diese Schwierigkeiten sind von zweierlei Art: Theils beruhen sie auf der rolligen, wenig oder gar nicht zusammenhängenden Beschaffenheit der Schichten, theils bestehen sie in dem starken Zudrange des Wassers.

Oft treten beide Schwierigkeiten gleichzeitig auf, z. B. wenn Schichten von Fliesssand zu durchschneiden sind. Die Gebirgsschichten heissen dann „schwimmend".

265. Nehmen wir zuerst den Fall an, dass das Gebirge nur lose ist oder dass die Wasserzuflüsse wenigstens so gering sind, dass sie mit Hülfe gewöhnlicher Abteufpumpen bewältigt werden können.

In diesem Falle kann das Abteufen auf die gewöhnliche Weise geschehen, jedoch mit der Variation, dass der Ausbau immer dem Abteufen vorangeht. Die Erfüllung dieser Bedingung ist nothwendig,

*) Statt der im Demanet'schen Original enthaltenen Literaturangaben, welche sich meist auf belgische und französische Zeitschriften beziehen, dürfte es hier genügen, auf die in der preussischen Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen periodisch erscheinende Uebersicht der Literatur hinzuweisen. L.

um das Zusammengehen des Gebirges zu verhindern. Die Arbeiter finden so Schritt für Schritt das Gebirge durch den vorausgegangenen Ausbau zurückgehalten. Man hat hierfür folgende Verfahrungsweisen.

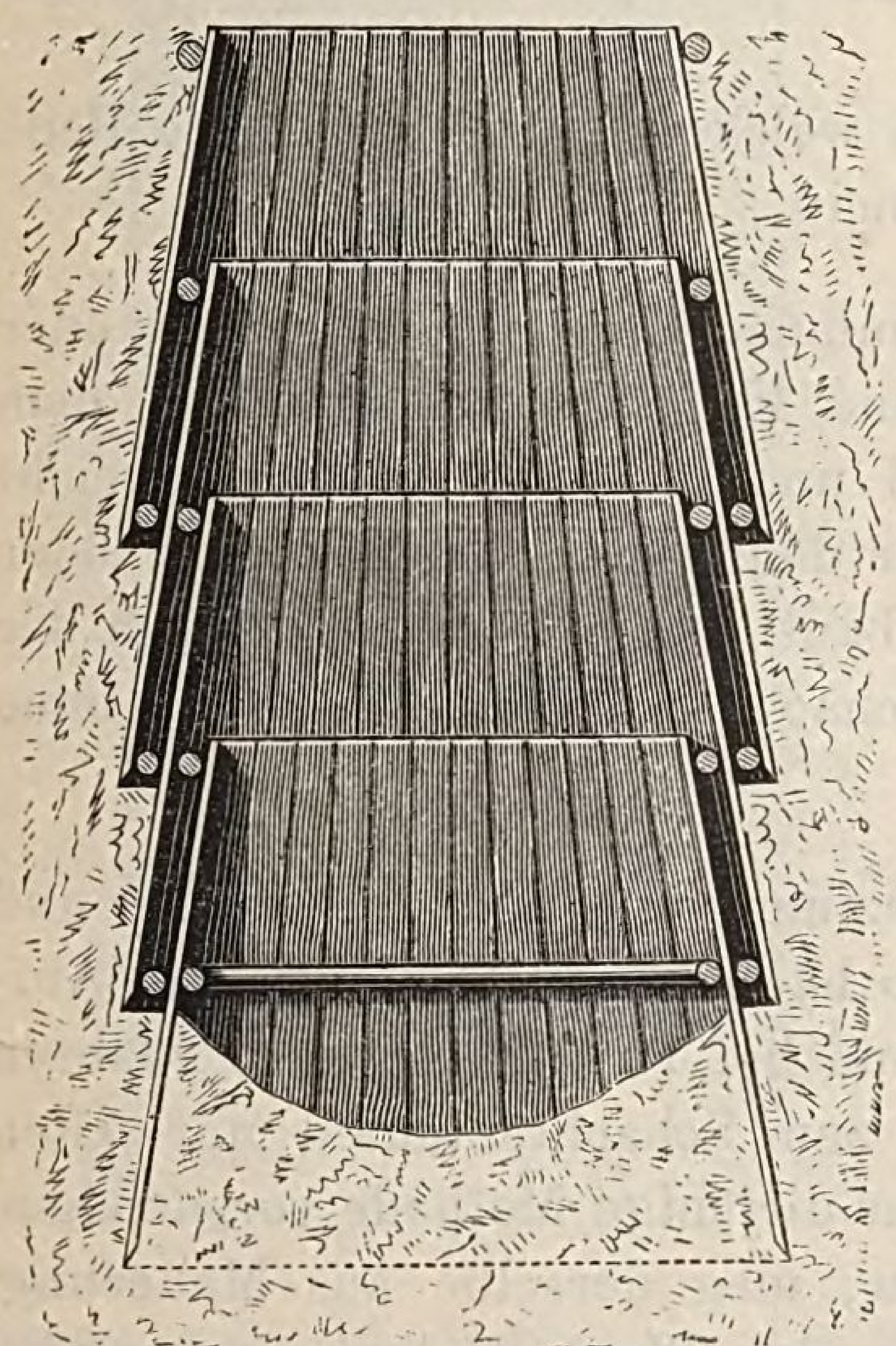
§. 1.

Abtreibezimmerung.

266. Die Abtreibezimmerung wird bei Schächten angewandt, wenn es sich darum handelt, das Gebirge durch provisorische Holzconstruction zurückzuhalten.

Mit Hülfe des Schlägels werden hinter dem letzten, dicht über der Schachtsohle angebrachten Holzgeviere dicht neben einander Bohlen eingerammt, welche an ihrem Ende meisselförmig zugeschärft sind.

Fig. 107.



Diese Bohlen oder „Abtreibepfähle" werden divergirend nach unten eingetrieben; ihre Länge muss grösser als der Abstand zwischen zwei Holzgevieren sein (Fig. 107).

Wenn in dieser Weise ringsum Pfähle vorgetrieben sind, so kann das Gebirge aus dem von denselben eingeschlossenen kastenförmigen Raume vorsichtig weggefüllt werden, bis Platz für ein neues Holzgevier geschaffen ist. Bei diesem Tieferrücken beginnt der Druck des lockeren Gebirges auf die Bohlen zu wirken und diese letzteren drücken sich in Folge dessen fest gegen das letzte Holzgevier. Am Schluss der Wegfüllarbeit sind sie in ihrer divergirenden Lage von innen nur noch durch das letzte und von aussen durch das vorletzte Holzgevier gehalten. Auf der Sohle wird dann ein neues Gevier eingebaut und zwischen dieses und ein innerhalb desselben angebrachtes Hülfsgevier werden neue Pfähle in der vorbeschriebenen Weise eingetrieben. Hierdurch wird ein erneutes Tieferrücken und das Anbringen eines dritten Holzrahmens ermöglicht. Letzterer erhält im Inneren wiederum einen Hülfsrahmen (Ansteckgevier), welcher der nächsten Gruppe von Abtreibepfählen als Widerlager dient. In dieser Weise geht die Arbeit fort, bis standhaftes Gebirge erreicht ist.

267. Zuweilen ist das Gebirge so beweglich, dass nicht nur die Wände dicht verwahrt werden müssen, sondern auch die Sohle des Schachtes abgesperrt werden muss. In diesem Falle senkt man in der Schachtsohle dicht gedrängte Holzkeile mittelst Hammerschlägen ein. Sobald durch das Eindringen dieser Keile ein seitlicher Theil des Gebirges blossgelegt ist, wird auch dieser bis zum Anstecken der Abtreibepfähle vorläufig mit Holzkeilen verwahrt. Wenn der Druck des zurückgedrängten Gebirges zu stark wird und die Keile nicht mehr eindringen wollen, nimmt man einen oder zwei der letzteren fort und lässt das „schwimmende“ Gebirge in den Schacht eintreten, von wo es in Tonnen weggefördert wird.

Statt Holzkeile anzuwenden, kann man sich auch eines Schildes aus Holz oder Eisen bedienen, der das Gebirge gänzlich abschliesst und nach und nach durch Druckschrauben vorgetrieben wird, wobei das schwimmende Gebirge entweder zurückgedrängt oder durch eigens dazu in dem Schilde angebrachte, verschliessbare Oeffnungen hereingelassen wird.

Das Guibal'sche Verfahren, von welchem später (298) die Rede sein wird, gründet sich auf dieses Princip.

268. Wenn man so mit Hülfe einfacher Abtreibezimmerung oder mit Hülfe von Abtreibezimmerung und Keilverdämmung unter dem schwimmenden Gebirge eine feste und undurchlässige Schicht erreicht hat, so legt man in dieser den Fuss der definitiven, aus Mauerung oder Eisen bestehenden Cüvelage an und baut die letztere im Inneren der provisorischen Zimmerung auf. Der Schacht kann dann eventuell ohne Pumpen weiter abgeteuft werden.

269. Das Vorgehen mit Abtreibezimmerung oder mit solcher und Keil- oder Schildverdämmung wird, so häufig es in Strecken zum Aufwältigen zu Bruch gegangener Baue und bei Tunnels zum Durchfahren von Sandschichten angewendet wird, zum Schachtabteufen nur selten benutzt. Für diesen Zweck ist vielmehr diejenige Methode vorzuziehen, bei welcher der definitive Ausbau, mag derselbe aus Mauerung, Gusseisen oder Blechplatten bestehen, der Wegfüllarbeit vorausgeht. Es ist dies die Methode des Senkausbaues.

§. 2.

Senkausbau.

270. Das Senkausbauverfahren besteht im Allgemeinen darin, dass man einen definitiven Schachtausbau in dem Maasse niedersinken lässt, als man auf der Sohle das lockere Gebirge wegschafft. Die Ver-

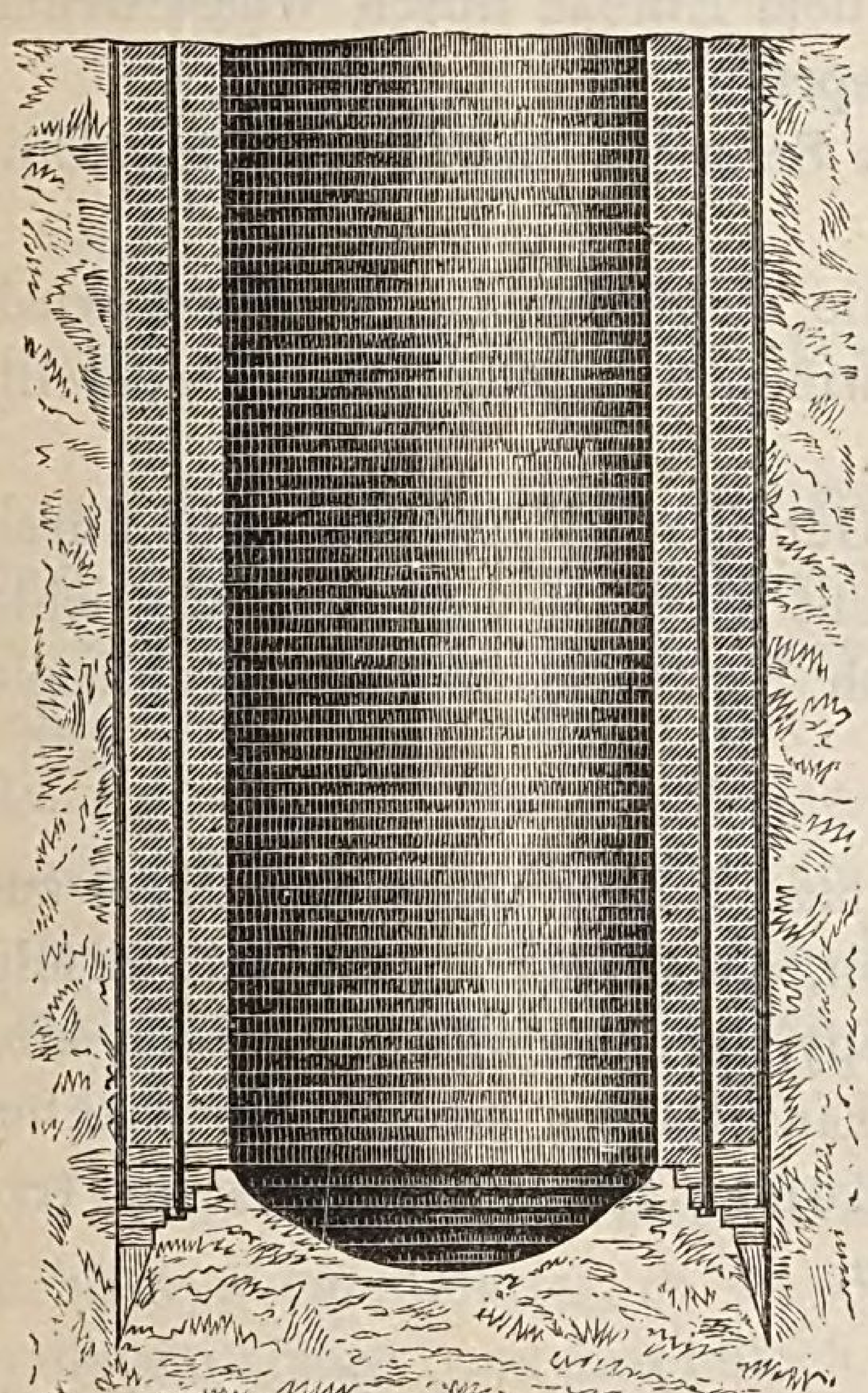
längerung dieses Ausbaues erfolgt nicht unten, sondern oben, nach Maassgabe des Einsinkens.

Zur Erleichterung des Niedergehens hat der Ausbau unten einen schneidenden Kranz oder endigt in eine in das Gebirge eindringende Abschrägung. Nöthigenfalls hilft man durch Druck von oben nach, welcher durch Gewichte oder starke Druckschrauben oder hydraulische Pressen ausgeübt wird.

Beispiele.

271. 1. Senkmauerungen. — Wenn das Abteufen die lockere Schicht erreicht hat, baut man über dieser den in der Regel hölzernen Schneidkranz ein. Derselbe wird aus mehreren über einander folgenden, durch Bolzen zusammengehaltenen Holzlagen von nach unten hin abnehmender Breite construirt. Zu unterst endigt dieser Fuss in eine ringförmige Schneide aus Eisen (Fig. 108).

Fig. 108.



Statt aus Holz kann der Fuss auch aus Gusseisen gefertigt werden, wie dies in Fig. 112 (S. 163) angenommen ist.

Auf dem Schneidkranze erhebt sich die Mauerung in Stärke von zwei oder öfters drei Backsteinen. Sie wird mit dem Schneidkranze durch Eisenbolzen, die durch die ganze Mauerhöhe gehen, verbunden.

Damit die Mauertour sich beim Niedersinken nicht verschiebt oder Risse bekommt, nagelt man ringsherum verticale Bohlen an den Schneidkranz und an von Zeit zu Zeit ins äussere Mauerwerk eingelegte Holzringe an.

Hierauf füllt man das Gebirge auf der Schachtsohle weg und bringt dadurch die Mauertour allmälig zum Sinken. Zuweilen muss hierbei das Eigengewicht der Mauer durch aufgelegte Eisenmassen vermehrt werden.

Falls in Folge der Mächtigkeit der zu durchsinkenden lockeren Gebirgsschicht die Höhe der Senkmauer beträchtlich wird, beginnt man das Weiterabteufen schon vor Vollendung der ganzen Mauertour und führt dieselbe in dem Maasse weiter auf, als sie in das lockere Gebirge einsinkt.

272. 2. Gusseiserner Senkausbau. — Statt einer Mauertour kann man auch einen aus Rohrstücken zusammengesetzten wasserdichten Eisenausbau einsinken lassen.

Die einzelnen Rohrstücke können wieder aus mehreren Segmenten bestehen; gegenwärtig jedoch giebt man den aus einem Stück gefertigten Ringen wegen der geringeren Fugenzahl und des einfacheren Einbaues den Vorzug.

Die Flantschen dieser Rohrglieder stehen nach innen, damit sie das Niedergehen nicht hindern. Bei dieser Stellung dienen sie zugleich als Stützpunkte für die Hölzer oder sonstigen Gegenstände, welche etwa in den Schacht eingebaut werden sollen. Die Flantschen müssen gut bearbeitet sein und werden durch Bleiringe oder dergleichen vollständig abgedichtet. Sie werden durch Schraubenbolzen mit einander verbunden. Jedes Rohrstück wird vor dem Einbau durch Wasserdruck auf seine Festigkeit und Dichtigkeit geprüft.

Das unterste Glied endigt in eine Schneide behufs leichten Eindringens in das Gebirge.

Indem nun auf der Schachtsohle die Wegfüllarbeit betrieben wird, sinkt die Cüvelage nieder. Allmälig, wie sich das Bedürfniss einstellt, setzt man oben neue Rohrstücke auf.

Wenn in Folge der Reibung am Gebirge der Ausbau nicht durch sein Gewicht allein zum Sinken gebracht wird, so legt man Gewichte auf oder drückt, was besser ist, durch Schrauben oder hydraulische Pressen auf den oberen Rand.

273. In derselben Weise kann man Rohre von wasserdicht zusammengesetzten Blechplatten anwenden, ein Verfahren, das mit Erfolg zum Abteufen eines Schachtes zu Stépy-Bracquegnies bei Mons eingeschlagen worden ist. Bezüglich der Einzelheiten dieser interessanten Arbeit wird auf die Mittheilung von Bouhy in den Annales des travaux publics, Vol. VII, p. 35 verwiesen.

274. In Vorstehendem haben wir die Abteufmethoden für einfach lockeres Gebirge kennen gelernt. Dieselben sind auch dann noch anwendbar, wenn das Gebirge ausserdem Wasser führt, falls nur die Zuflüsse in solchen Grenzen bleiben, dass sie durch entsprechend starke Pumpen bewältigt werden können.

Oft aber ist das Deckgebirge oder Schichten desselben so mit Wasser geschwängert, dass die Zuflüsse durch keine noch so starke Pumpenanlage zu Sumpfe gehalten werden könnten. Auch würde ein so massenhaftes Pumpen, selbst wenn es möglich wäre, bei dem lockeren Gebirge schwere Bedenken haben, ganz abgesehen von den enormen Kosten und der Langsamkeit des Abteufens. Indem nämlich grosse Wassermengen gleichsam in den Schacht gesogen werden, wird das

Gebirge hinter der Cüvelage ausgespült und es entstehen Einstürze, welche den Schachtausbau gefährden. Ein anderer Nachtheil der forcirten Wasserhaltung (aus einzelnen derartigen Abteufen hat man bis zu 40 cbm Wasser pro Minute gepumpt) ist der, dass man dadurch den Boden in einem grossen Umkreise um den Schacht abtrocknet. Hieraus entstehen Senkungen der Oberfläche, welche die Gebäude beschädigen und die Brunnen zum Versiegen bringen, also Zahlung von Schadenersatz an die Besitzer zur Folge haben.

275. Diese Umstände haben zur Erfindung von Abteufmethoden ohne Wasserhaltung geführt. Zwei solche Methoden haben sich Eingang in die Praxis verschafft und werden je nach den Umständen angewendet: das Abteufen mit comprimirter Luft und das Abbohren im todten Wasser.

§. 3.

Abteufen mit comprimirter Luft.

276. Das Princip dieser Methode besteht darin, dass man zwischen dem Inneren und dem Aeusseren des Schachtes Gleichgewicht herstellt, indem man dem Druck der durch den Schachtraum begrenzten Wassersäule den Druck comprimirter Luft entgegenstellt. Der letztere muss dabei stets der Höhe der Wassersäule über der jeweiligen Schachtsohle entsprechen und es müssen daher die Schachtwände beim Tieferrücken luftdicht gemacht werden, um das Entweichen von comprimirter Luft oberhalb der Schachtsohle, wo der äussere Wasserdruck geringer ist, zu verhindern.

277. Wenn auf diese Weise ein Schacht durch schwimmendes Gebirge abzuteufen ist, so wird derselbe an der Mündung durch eine schleusenartige, aus Eisenblech oder Gusseisen hergestellte Kammer, die sogenannte Luftschleuse, luftdicht abgeschlossen (Fig. 109 a. f. S).

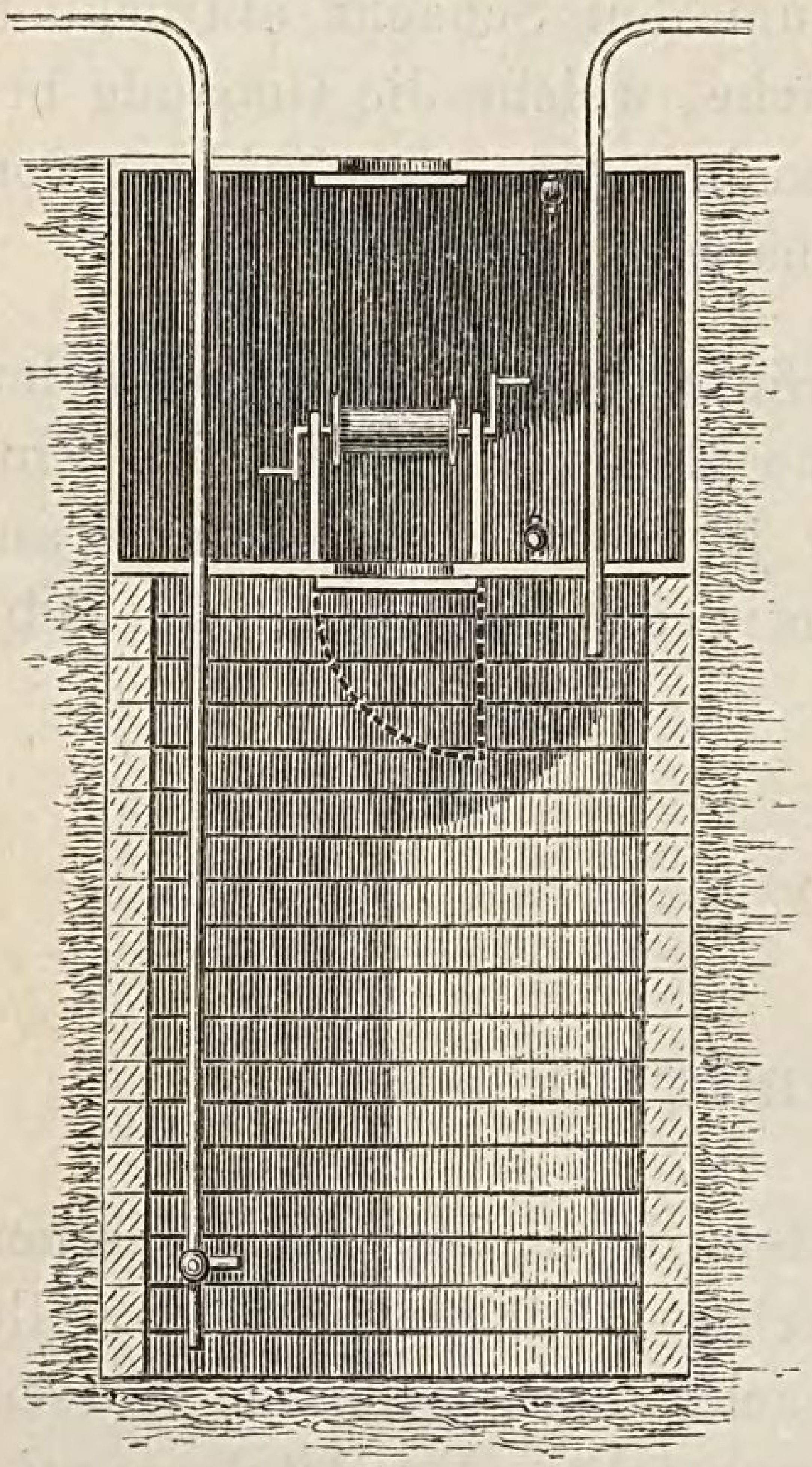
Diese Kammer muss, um dem Luftdruck zu widerstehen, sehr stark construirt sein. Vor Allem aber muss sie festgelegt oder durch hinreichende Gewichte niedergehalten werden, damit dem Auftriebe der Luft das Gleichgewicht gehalten werde. Dieser Auftrieb ist gleich dem Gewichte des aus dem Schachte verdrängten Wasservolumens.

Der obere und der untere Boden der Schleuse sind jeder mit einer nahezu abbalancirten, sich nach unten öffnenden Klappe und mit einem ins Innere der Kammer gehenden Hahn versehen.

Ein Rohr, welches durch die ganze Schleuse hindurchgeht und unterhalb des unteren Bodens ausmündet, dient zur Zuleitung der mit einer Maschine über Tage comprimirten Luft.

Ein zweites Rohr, welches bis zur Schachtsohle reicht und mit deren Tieferrücken verlängert wird, gewährt denjenigen Wassern, welche etwa nicht schnell genug von der Luft in das umgebende Gebirge zurückgedrängt werden, einen leichten Ausweg. Durch Ansetzen eines kleinen Hahns an dieses Rohr, durch welchen ein wenig von der comprimirten Luft des Schachtes eintreten kann, erreicht man, dass sich das Rohr mit einem Gemisch von Wasser und Luft anfüllt, welches, weil es leichter als Wasser allein ist, in dem Rohre über den äusseren Wasserspiegel hinaus steigt. Man kann auf diese Weise die Wasser bis zu Tage drücken.

Fig. 109.



Der Betrieb ist nun folgender:

Wenn die Luft in dem Schachte comprimirt werden soll, so werden die Thür und der Hahn des unteren Schleusenbodens geschlossen und das Innere der Schleuse steht in freier Communication mit der Atmosphäre. Die Arbeiter steigen durch die obere Thür hinein, schliessen dann dieselbe sowie den zugehörigen Hahn und öffnen den Hahn der unteren Bühne. Wenn sich hierdurch der Luftdruck in der Schleuse mit demjenigen im Schachte ins Gleichgewicht gesetzt hat, können sie sich durch die untere Thür, welche nur so weit abbalancirt ist, dass sie noch einen geringen Ueberschuss an Eigengewicht hat, in den unteren Theil des Schachtes begeben. Die bei der Arbeit fallenden Berge werden mittelst eines auf der unteren Bühne aufgestellten Haspels bis auf diese emporgehoben und hier einstweilen bei Seite gesetzt. Von Zeit zu Zeit werden sie aus der Schleuse zu Tage gefördert, nachdem man umgekehrt wie vorher den Luftdruck in der Schleuse mit dem der Atmosphäre ins Gleichgewicht gebracht und die obere Thür geöffnet hat.

278. Dies sind im Allgemeinen die Grundzüge der Abteufmethode mit comprimirter Luft. Was nun die praktische Ausführung betrifft, so kann dieselbe je nach den Umständen verschieden sein.

279. Wenn die Mächtigkeit der wasserführenden Gebirgsschicht nicht bedeutend und letztere ganz locker ist, so kann man zuvörderst mit Hülfe von Gewichten oder Druckschrauben die aus einem eisernen Rohr bestehende Cüvelage einsenken. Nachdem dieses Rohr die

schwimmende Schicht durchsunken hat, schliesst man es oben durch die Luftschleuse und bedient sich der comprimirten Luft, um zunächst das Innere des Rohres auszugewinnen und sodann einen wasserdichten Anschluss zwischen dem guten Gebirge und der Cüvelage herzustellen.

Dieses Verfahren kann beispielsweise dann mit grossem Vortheil angewendet werden, wenn es sich darum handelt, eine Schicht losen Kieses oder Fliesssandes von nur einigen Metern Mächtigkeit zu durchteufen. Dasselbe hat, mit einer entsprechenden Abweichung, auch für mächtigere Schichten schwimmenden Gebirges Anwendung gefunden. Man bringt hierbei die Cüvelage dadurch zum Sinken, dass man inwendig am Fusse derselben das Gebirge mittelst von Tage aus gehandhabter Instrumente wegbaggert. Mit Rücksicht auf diesen Umstand würde das Verfahren zu den Methoden des Abteufens im todten Wasser gehören, welche später noch näher zu beschreiben sein werden. Wenn die Cüvelage so bis auf das feste Gebirge gelangt ist, bringt man oben die Luftschleuse an, drängt das Wasser durch comprimirte Luft zurück und kann dann in den Schacht vordringen, um den Cüvelagefuss und dessen dichten Anschluss herzustellen.

280. Falls in Folge einer weniger losen Beschaffenheit des Gebirges das Rohr weder von selbst einsinkt, noch mit Hülfe des Baggerns zum Sinken zu bringen ist, kann eines der nachstehenden Mittel ergriffen werden.

281. Man baut die Luftschleuse ein, drängt die Wasser durch comprimirte Luft zurück und betreibt auf der Sohle die gewöhnliche Wegfüllarbeit. In dem Maasse, wie man tiefer rückt, setzt man die definitive oder eine provisorische Cüvelage unten an. Die Cüvelage wird hierbei in jedem Falle aus Stücken von solchen Dimensionen zusammengesetzt, dass sie bequem durch die Thüren der Luftschleuse gehen.

Diese Methode ist jedoch nicht zu empfehlen. Es lässt sich schwer verhindern, dass die comprimirte Luft an denjenigen Stellen der Schachtwandung, welche jedesmal vor dem Einbau eines neuen Cüvelagestücks blossgelegt werden, entweicht. Dieser Uebelstand lässt sich allerdings dadurch vermeiden, dass man unter geeigneter Beschränkung des Luftdrucks die Wasser immer bis über den unteren Rand des letzten Cüvelageringes stehen lässt. Dann stehen aber die Arbeiter bis zur Höhe eines Cüvelageringes im Wasser.

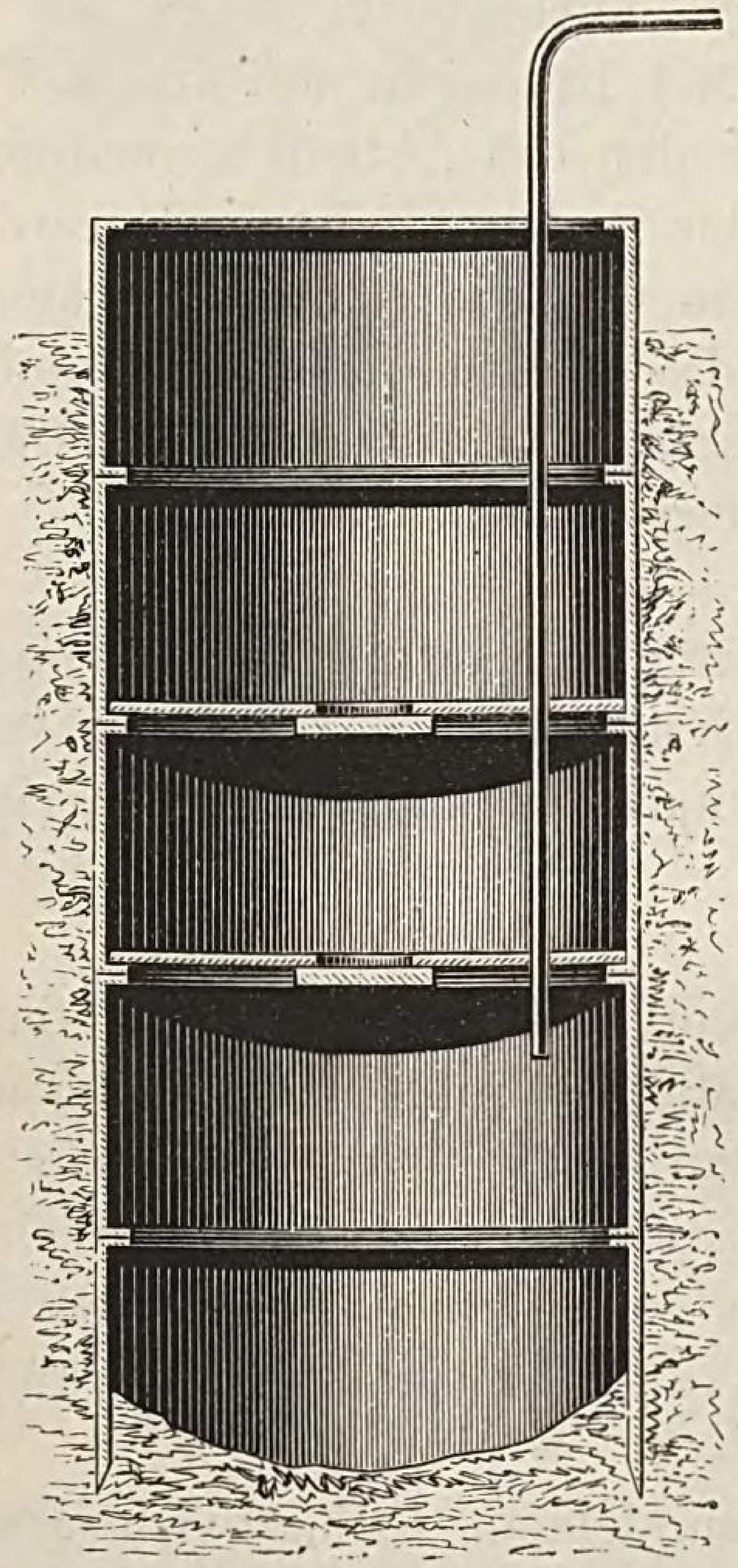
Das Zusammenfügen der Cüvelage in abwärts gehender Richtung ist auch viel schwieriger, als das Aufsetzen nach oben, und eine vollkommene Verdichtung der Fugen ist dabei überhaupt fast unmöglich.

Endlich kann in lockerem Gebirge auch die provisorische Verzimmerung der Schachtwandung Verlegenheiten bereiten.

282. Besser ist es, die Cüvelage nach und nach, wie das Abteufen mit der comprimirten Luft vorrückt, zu senken und nach oben hin zu verlängern, indem man entweder den Cylinder mit sammt der Luftschleuse beweglich macht oder bei feststehender Schleuse nur den Cylinder allein sich bewegen lässt.

283. Im ersteren Falle sitzt die Luftschleuse in der Cüvelage, indem zwei feste Böden an den jeden Cüvelagering begrenzenden horizontalen Flantschen befestigt werden (Fig. 110). Cylinder und Schleuse werden durch oben angebrachte Druckschrauben gesenkt und die Cüvelage wird nach oben hin verlängert. Das Luftzuleitungsrohr muss natürlich aus gegen einander verschiebbaren Theilen bestehen und wird mit dem Niederrücken der Schleuse ebenfalls verlängert.

Fig. 110.



Bei diesem Verfahren können die Cüvelagestücke über Tage zusammengesetzt werden und unterliegen hinsichtlich ihrer Dimensionen nicht der Bedingung, dass sie durch die Oeffnungen der Schleuse gehen müssen. Ausserdem wirkt der Luftdruck nur auf den unteren Theil des Cylinders, wo ihm durch den äusseren Wasserdruck fast vollständig die Wage gehalten wird. Die Wandfläche, welche einem inneren Luftüberdruck ausgesetzt ist, ist daher verhältnissmässig gering und Luftverluste sind weniger zu befürchten.

Diesen Vortheilen steht nun aber der Nachtheil gegenüber, dass man, um den Cylinder zum Niedergehen zu bringen, den Druck der Luft gegen die Schleuse überwinden muss und dass dieses gerade am Ende eines so grossen Rohres zu geschehen hat. Dieser letztere Umstand bringt den Cylinder in Gefahr, aus der Richtung zu gerathen und bedenkliche Formveränderungen zu erleiden. Auch können bei Eintritt eines Unfalles die Wasser in die Luftschleuse eindringen und die Wiederaufnahme der Arbeit schwierig machen.

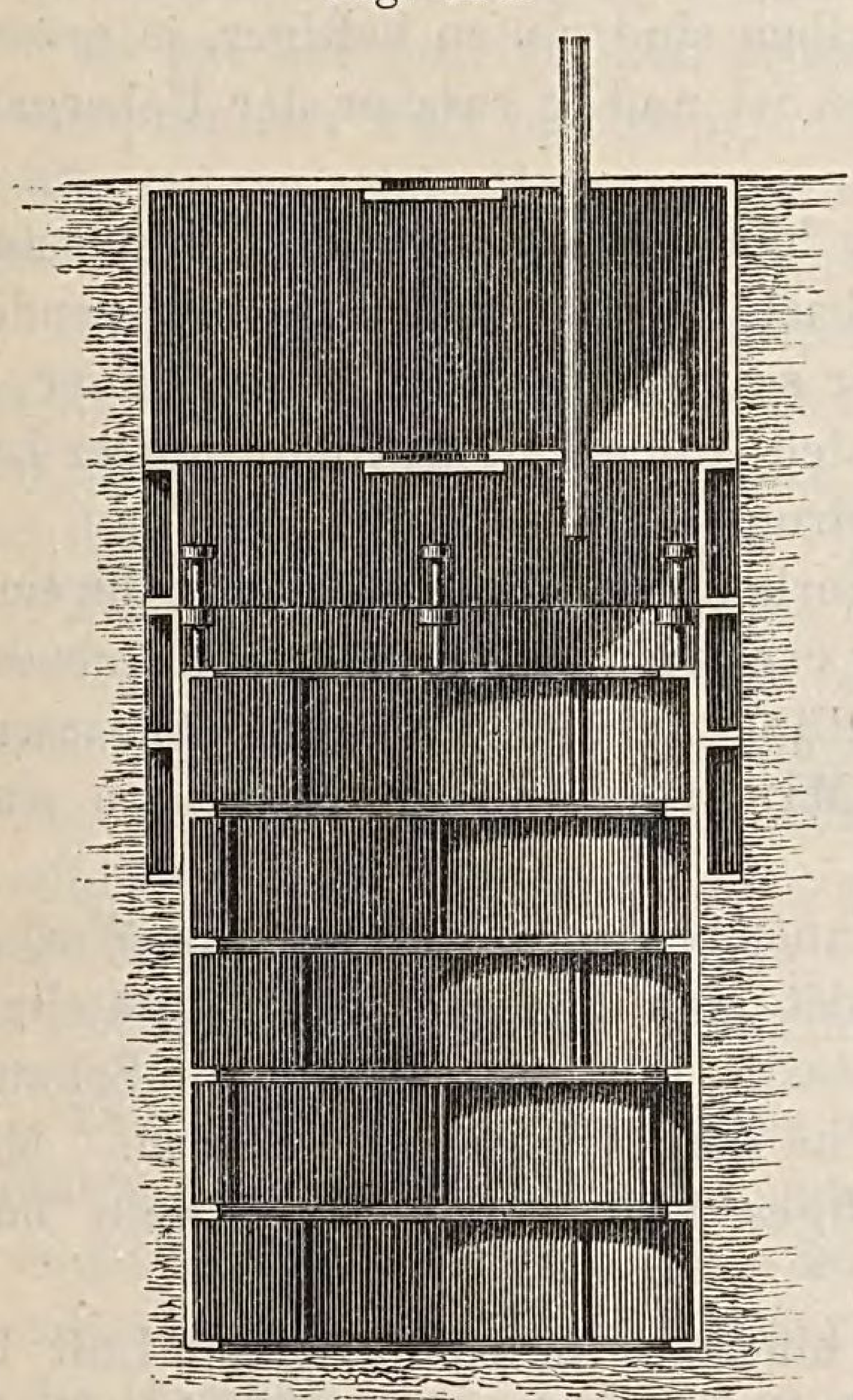
284. Das Verfahren, welches die häufigste Anwendung zu verdienen scheint und sich auch schon mehrmals beim Durchteufen der Kiesschichten im Maasthale bei Seraing bewährt hat, besteht darin,

dass man die Luftschleuse feststehend und die Cüvelage allein beweglich macht, wie dies nachstehend geschildert werden soll.

Die Luftschleuse wird im Niveau des Wasserspiegels eingebaut (Fig. 111). Ihre Wandung setzt sich unterhalb des Bodens in einen gusseisernen Cylinder fort, der aus Ringen mit nach aussen gekehrten Flantschen zusammengesetzt ist. Derselbe ist mit der Schleuse fest verbunden.

Im Inneren dieses Cylinders baut man nun die eigentliche Cüvelage ein, verlängert dieselbe durch Aufsetzen weiterer Stücke am oberen Rande und bringt sie in dem Maasse, wie die Schachtsohle durch Wegfüllarbeit vertieft wird, durch Druckschrauben zum Sinken. Die Schraubenmuttern sind an dem die Verlängerung der Luftschleuse bildenden Cylinder zuverlässig befestigt.

Fig. 111.



Jeder Cüvelagering besteht aus Segmenten von solchen Dimensionen, dass sie bequem durch die Thüren der Luftschleuse gehen. Die Flantschen dieser Stücke sind nach innen gekehrt, damit sie das Sinken des Rohres nicht aufhalten. So oft das letztere um die Höhe eines Ringes gesunken ist, löst man die Schrauben, setzt einen neuen Ring auf und beginnt dann wieder abzuteufen und die Cüvelage zu senken.

Bei Anwendung dieses Verfahrens muss die Luftschleuse äusserst sicher im Schachte verlagert werden, denn sie hat einen enormen, von unten nach oben wirkenden Druck auszuhalten. Sie zu heben strebt nämlich nicht nur der Luftdruck — welcher bekanntlich gleich ist dem Gewichte einer Wassersäule von der Höhe des Abstandes zwischen der Schachtsohle und dem Wasserspiegel und von dem Querschnitt der Luftschleuse —, sondern auch der rückwirkende Druck der Schrauben, mittelst deren die Cüvelage gesenkt wird.

285. Die Abteufverfahren mit comprimirter Luft haben dem Bergbau schon grosse Dienste geleistet und werden ohne Zweifel auch in Zukunft noch vielfache Anwendung erfahren. Allerdings ist diese nach der Teufe beschränkt durch den nachtheiligen Einfluss, welchen

der Aufenthalt in comprimirter Luft auf den menschlichen Organismus ausübt. Der Einfluss ist um so nachtheiliger, je höher der Luftdruck, und ist schon bei einer Spannung von $2^1/_2$ Atmosphären, entsprechend einer Wassersäule von 25 m Höhe, so bedenklich, dass dieser Druck als ein nur mit Gefahr überschreitbares Maximum betrachtet werden muss.

286. Die als Folgen des Aufenthaltes in comprimirter Luft beobachteten physiologischen Erscheinungen sind nachstehende:

Beim Uebergang aus der Atmosphäre in den mit comprimirter Luft gefüllten Schachtraum oder umgekehrt empfindet man Schmerzen in der Stirn und den Ohren. Dieselben sind um so heftiger, je grösser der Unterschied der Luftspannungen ist und je rascher der Uebergang erfolgt.

Es wird daher empfohlen, eine hinreichend lange Zeit, mindestens 20 bis 30 Minuten, auf den Wechsel des Luftdrucks zu verwenden, damit der Uebergang ein allmäliger sei. Dies ist um so nöthiger, je weniger die betreffende Person an den Aufenthalt in comprimirter Luft gewöhnt ist und je höher der Luftdruck ist.

Nach Professor Bert von der Sorbonne in Paris, welcher zahlreiche Experimente über den Einfluss der comprimirten Luft auf den menschlichen Organismus angestellt hat, müssen für die Herabstimmung des Luftdrucks ungefähr 12 Minuten pro Atmosphäre aufgewendet werden.

Abgesehen von jenem momentanen Schmerz, welcher beim Wechsel der Luftspannung auftritt, empfindet man nach einem mehrstündigen Aufenthalte in comprimirter Luft starke, oft lange anhaltende Schmerzen in den Gelenken, besonders in den Armen und Beinen. Man vermindert dieselben durch kräftiges Reiben mit Branntwein oder Essig.

Arbeiter, welche einige Zeit hindurch in comprimirter Luft beschäftigt waren, magern ab und bekommen eine blasse Gesichtsfarbe, auch wenn sie nur wenige Stunden täglich arbeiten und kräftige Nahrung erhalten. Die meisten erholen sich indess wieder, nachdem ihre Beschäftigung in comprimirter Luft aufgehört hat; andere hingegen tragen den Keim von Krankheiten davon, denen sie schliesslich erliegen.

Ein anderer physiologischer Nachtheil der Arbeit in comprimirter Luft entspringt aus der in dem Schachte stets herrschenden erhöhten Temperatur. Dieselbe beträgt gewöhnlich 30 bis 40° C. und rührt von der Compression der Luft und der ungenügenden Ventilation des dicht abgeschlossenen Raumes her.

Ferner bleibt, in Folge der Schwere der comprimirten Luft, der von den Lampen entwickelte Russ in der Luft suspendirt und wird beim Athmen sehr lästig.

Die ungewöhnliche und ungesunde Temperatur und die schlechte Beschaffenheit der Luft sind zwei Umstände, welche ebenfalls viel zur Schädlichkeit des Arbeitens in comprimirter Luft beitragen.

Wenn behufs Ausfahrens der Arbeiter die atmosphärische Spannung in der Luftschleuse wieder hergestellt wird, so entsteht durch die Ausdehnung der Luft ein feuchter Nebel und eine beträchtliche Abkühlung, gegen welche man die Arbeiter schützen muss, indem man ihnen wollene Bekleidungsstücke zur Verfügung stellt und sie anhält, sich derselben beim Ausfahren zu bedienen. Auch müssen die Arbeiter an der Hängebank des Schachtes einen warmen Warteraum vorfinden, um zu plötzliche Abkühlung zu vermeiden.

Es hat sich gezeigt, dass grösste Nüchternheit unerlässlich für die in comprimirter Luft beschäftigten Arbeiter ist. Schwere Krankheitsanfälle trugen solche Arbeiter davon, welche trotz der ihnen zu Theil gewordenen Ermahnungen im Trinken extravagirten.

Man hat noch andere, merkwürdige Erscheinungen beobachtet: der Gehörsinn wird in der comprimirten Luft bedeutend schärfer; andererseits macht sich eine gewisse Schwierigkeit beim Sprechen bemerkbar und dieses nimmt einen näselnden Charakter an. Bei einem Druck von $2^1/_2$ Atmosphären kann man nicht mehr pfeifen.

Die Verbrennung ist in der comprimirten Luft sehr lebhaft. Es müssen besondere Dochte von sehr dichtem Gewebe verwendet werden. Auch wird empfohlen, geschlossene Lampen zu benutzen, da alles Brennbare mit der grössten Leichtigkeit Feuer fängt und weiter brennt. Unglücksfälle, welche im Anfange vorgekommen sind, haben sehr bald die Nothwendigkeit dieser Vorsichtsmaassregel dargethan.

287. Wie aus Vorstehendem ersichtlich, ist die Arbeit in comprimirter Luft recht gefährlich und muss unter Anwendung grosser Vorsichtsmaassregeln betrieben werden. Ueber $2^1/_2$ Atmosphären, entsprechend einer Wassersäule von 25 m, darf man nicht hinausgehen, da die Gesundheit der Arbeiter sonst zu sehr gefährdet wird.

288. In einigen Fällen ist es jedoch gelungen, bedeutend tiefer als 25 m niederzurücken, ohne dass der Luftdruck $2^1/_2$ Atmosphären merklich überstieg. Es zeigt sich nämlich, dass das Wasser beim Durchfliessen einer Sandschicht von bestimmter Beschaffenheit einen bedeutenden Widerstand zu überwinden hat. Daraus folgt, dass man einer gegebenen Wassersäule in solchem Sande mit einem Luftdruck das Gleichgewicht halten kann, welcher der Höhe jener Wassersäule bei Weitem nicht entspricht.

Um diese Wirkung zu veranschaulichen, möge mit p der Luftdruck, mit h die Höhe der Wassersäule und mit r der Widerstand, welchen das Wasser in dem Gebirge findet, bezeichnet werden. Man hat dann

$$p = h - r.$$

Wenn das Wasser frei circuliren kann, ist r gleich Null und p wird in Folge dessen gleich h. Je mehr nun aber der Widerstand r, welchen das Wasser in dem Gebirge findet, zunimmt, desto mehr nimmt der zur Abbalancirung einer gegebenen Wassersäule erforderliche Luftdruck p ab.

Dieser Umstand ist auf der Grube Rheinpreussen bei Homberg benutzt worden. Man konnte dort mit $2^3/_4$ Atmosphären eine Wassersäule von über 75 m Höhe durchteufen. Allerdings muss hier gleich hinzugefügt werden, dass eine während der Arbeit eingetretene Katastrophe die ganze Gefährlichkeit dieses Verfahrens vor Augen geführt hat und die Veranlassung abgeben dürfte, dass von jenem Widerstande r nur in beschränktem Maasse oder gar nicht mehr Gebrauch gemacht wird.

Diese Katastrophe, welche den Tod von drei Arbeitern und die Zerstörung der Luftschleuse zur Folge hatte, bestand darin, dass die Luftschleuse nach Art eines Dampfkessels explodirte und zwar, wie eine genaue Untersuchung ergab, wahrscheinlich aus folgender Veranlassung: Es hatte sich in Folge einer Gebirgsbewegung plötzlich und unvermuthet eine directe Verbindung durch die ganze Höhe der Wassersäule hergestellt und es entstand daraus auf die Luftschleuse ein Druck von ungefähr acht Atmosphären, verbunden mit einer Irruption von Fliesssand. Durch diesen plötzlichen Druck wurde die Schleuse gesprengt und so die Verunglückung der drei Arbeiter herbeigeführt. Alles liess darauf schliessen, dass jene Verbindung mit dem Wasserspiegel sich sofort wieder verstopft hatte, denn die Wasser waren im Schachte nur zu unbedeutender Höhe gestiegen.

289. Nach allem Vorstehenden sind die verschiedenen Arten des Abteufens mit comprimirter Luft ohne zu grosse Gefahr nur für geringe Teufen, von nicht über 20 m, anwendbar. Für grössere Teufen — und dies ist der gewöhnliche Fall — muss man darauf verzichten und zu der zweiten Methode, zum Abteufen „im todten Wasser", greifen.

290. Vor deren Betrachtung mag noch eine Anwendung der comprimirten Luft erwähnt werden, die zwar bis jetzt noch nicht versucht worden ist, die aber unter Umständen sehr zweckmässig sein dürfte. Sie würde darin bestehen, dass man auf der Sohle des voll Wasser stehenden Schachtes Leute in Taucherapparaten arbeiten lässt. Mit diesen Apparaten kann man sich in Tiefen von bis zu 25 m unter Wasser aufhalten. Sie bestehen im Allgemeinen aus einem hermetisch dichten, hinreichend starken und doch die Bewegung nicht hemmenden Anzuge, welcher in eine den Kopf rings umgebende Maske endigt. In diese leitet man aus einer an der Oberfläche aufgestellten Pumpe durch ein Rohr Luft von beliebiger Spannung. Lampen, welche mit comprimirter Luft gespeist werden, beleuchten die Arbeit. Diese Apparate,

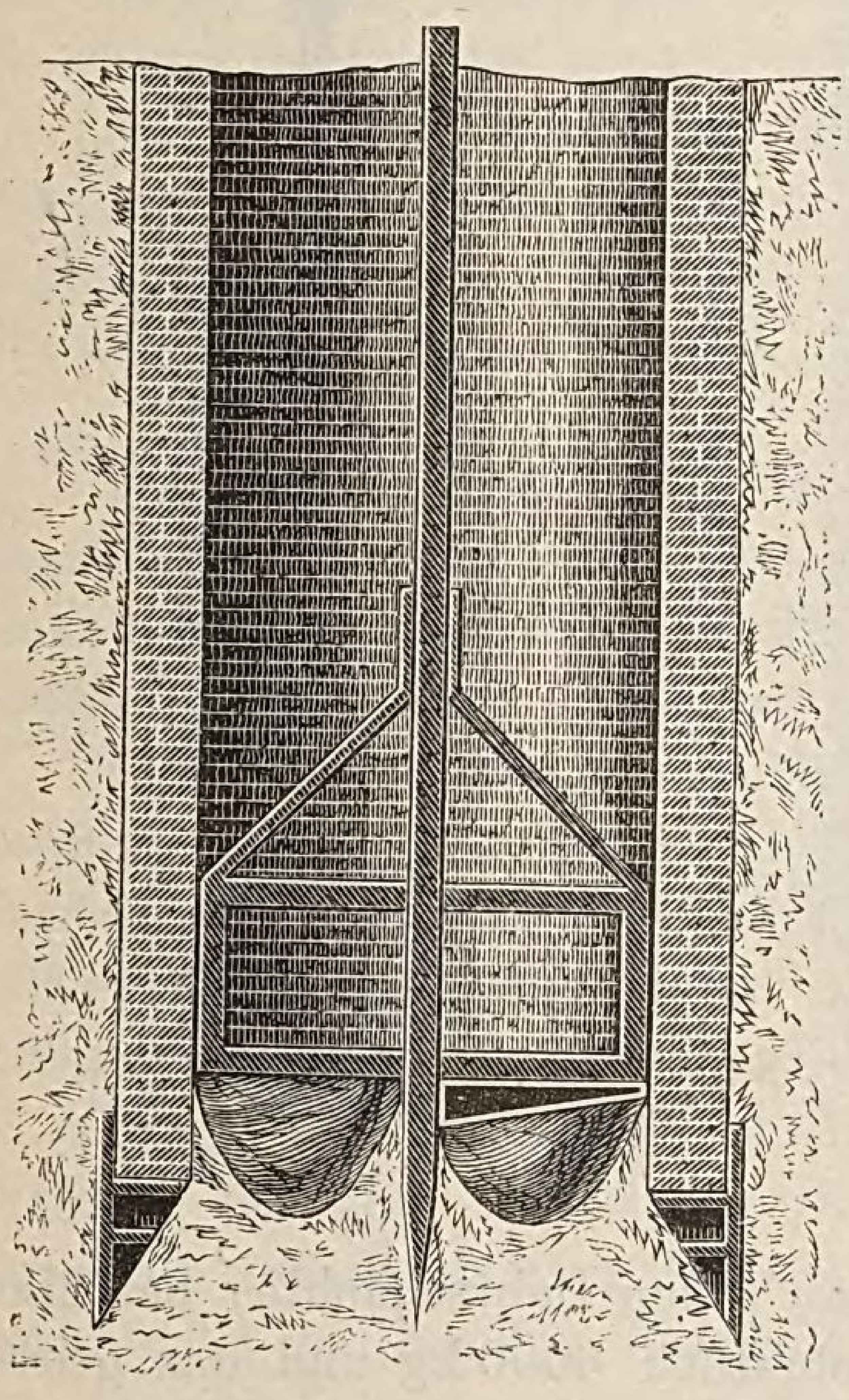
welche bei Wasserbauten schon grosse Dienste geleistet und auch beim Grubenbetriebe zum Repariren versoffener Pumpen Anwendung gefunden haben, könnten gewiss ebensowohl zum Abteufen der Schächte im Wasser benutzt werden. Sie sollen bei dem Capitel über die Wasserhaltung weiter besprochen werden.

§. 4.

Abteufen im todten Wasser.

291. Um sich ein Bild von dem Princip des Abteufens unter Wasser zu machen, erinnere man sich der oben beschriebenen Senkcüvelagen. Statt hierbei den Schacht durch Pumpen wasserfrei zu halten und in gewöhnlicher Weise abzuteufen, lässt man ihn voll Wasser und baggert das Gebirge von Tage aus weg.

Fig. 112.



Ein Beispiel hierfür zeigt Fig. 112. Das Herausholen des Gebirges geschieht mit dem Sackbohrer.

Wenn das Gebirge für den Sackbohrer nicht locker genug ist, so muss es zunächst durch stossende Bohrinstrumente zerkleinert werden. In diesem Falle kann man das Abteufen vorausgehen lassen, da die Schachtwandung in Folge des Wasserdrucks und der natürlichen Gebirgsbeschaffenheit stehen bleibt. Erst später, wenn der Schacht bis auf wassertragendes Gebirge niedergebracht ist, wird dann die Cüvelage eingesenkt.

292. Das vollkommenste Verfahren des Abteufens im todten Wasser ist das Chaudron'sche. Dasselbe besteht darin, dass zunächst der Schacht nach Art eines Bohrloches, aber mit entsprechend grösseren Apparaten, von Tage aus abgebohrt und darauf die Cüvelage in einem Stück eingesenkt wird. Dies sind zwei scharf getrennte Operationen, in die der ganze Process zerfällt.

293. Das Abbohren des Schachtes. — Dasselbe geschieht mittelst grosser Schlagbohrer, welche durch eine über Tage stehende

Dampfmaschine in Bewegung gesetzt werden. Das Bohrstück besteht aus einem sehr starken eisernen Gestell und darin eingesetzten stählernen Meisseln (Fig. 113).

Gewöhnlich werden zwei Bohrstücke angewendet: ein kleineres zum Vorbohren und ein grösseres zum Erweitern, so oft der kleinere Schacht um ein bestimmtes Stück vorausgerückt ist. Es hat sich herausgestellt, dass das Abbohren auf diese Weise schneller geht. Auch ist dabei das Wegschaffen des zerkleinerten Gebirges ein leichteres, weil sich dasselbe in dem kleineren Schachte sammelt und von hier bequem weggelöffelt werden kann.

Fig. 113.

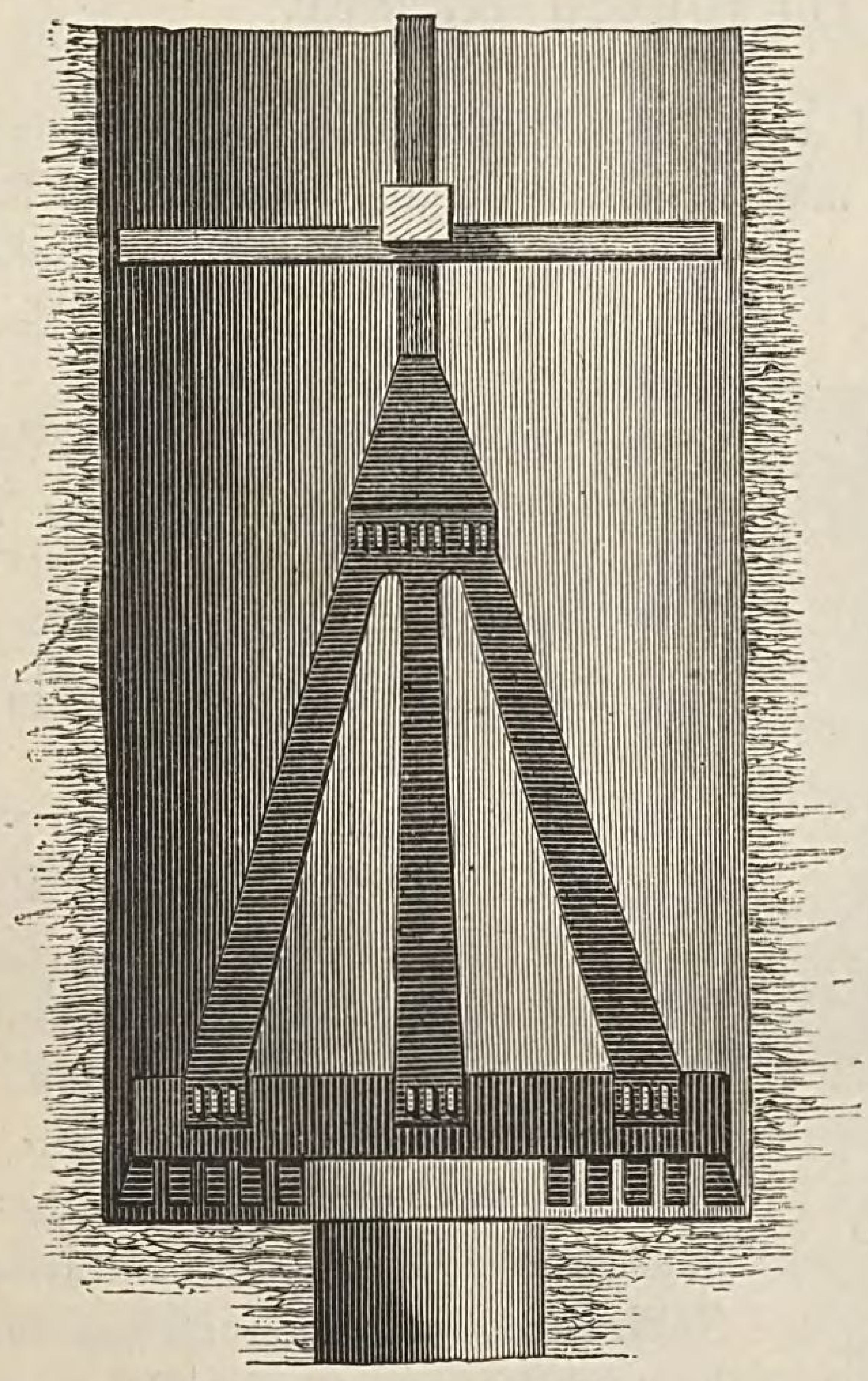
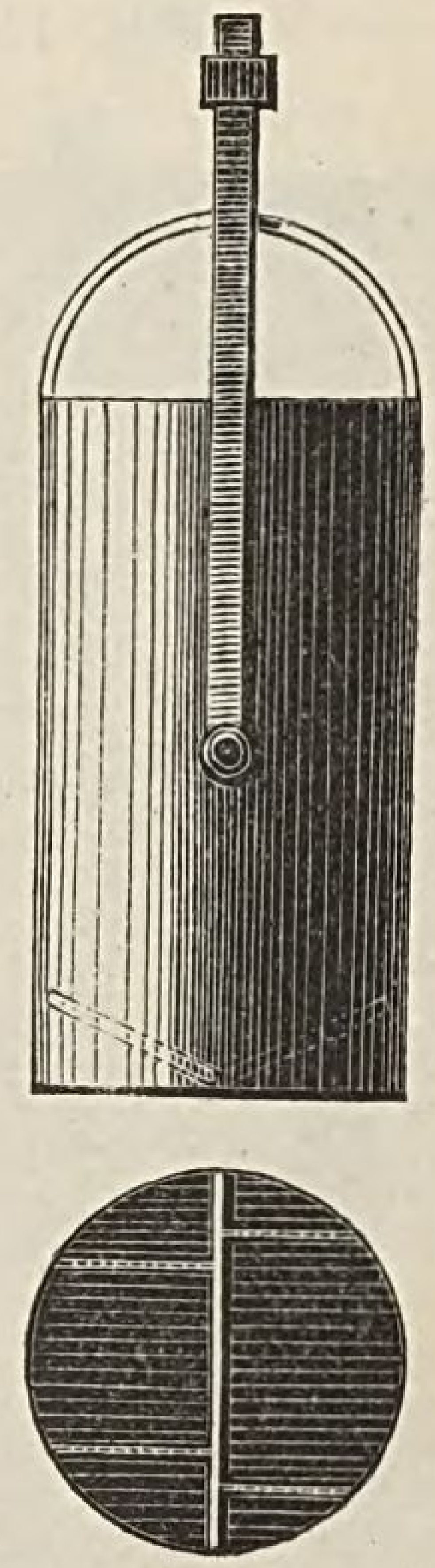


Fig. 114.



In einem der jüngsten Chaudron'schen Bohrschächte, bei Maurage in Belgien, wog das kleine Bohrstück 8000 kg und das grosse, für einen Schachtdurchmesser von 4,40 m construirte, 16 000 kg.

Die Bohrstücke hängen an hölzernem Gestänge, welches mit dem Tieferrücken des Schachtes oben verlängert wird und von Tage aus gedreht, d. h. „umgesetzt" werden kann. Bei jedem Hube des Balanciers wird das Gestänge mittelst grosser Hebelarme um einen bestimmten Winkel gedreht, so dass der Bohrer nach und nach alle Theile des Schachtquerschnittes bearbeitet. Das Gestänge hängt an einem starken Balancier, unter dessen anderem Ende ein Dampfcylinder mit Dampfkolben steht, so dass das Ganze in eine auf- und abgehende Bewegung versetzt werden kann.

Von Zeit zu Zeit müssen die durch das Bohren erzeugten Berge aus dem Abteufen heraufgeholt werden. Dieselben sammeln sich, wie schon gesagt, in dem stets einige Meter vorausstehenden kleinen Schacht. Um sie zu entfernen, holt man den Bohrer auf und lässt einen mit Klappenventil im Boden versehenen Cylinder hinab (Fig. 114).

Indem man diesen „Löffel" wiederholt auf die Sohle aufstossen lässt, erreicht man, dass die Berge und der Schmand von unten in denselben eintreten und dann zu Tage gefördert werden können.

Wenn die Schachtsohle auf diese Weise gut gereinigt ist, wird der Löffel entfernt, der Bohrer wieder eingebracht und die unterbrochene Arbeit fortgesetzt.

Ueber dem im Abbohren begriffenen Schachte wird ein provisorischer Bretterbau, sowie zum leichten Handhaben aller Apparate ein Holzgerüst mit Laufkrahn errichtet. Einige Handlanger und ein Maschinist bilden das ganze Personal.

Auf weitere Einzelheiten über diese Arbeiten oder über die für störende Zwischenfälle nöthigen Hülfsapparate soll hier nicht eingegangen werden. Dieselben werden besser in den vorhandenen Specialabhandlungen studirt*).

294. Das Einsenken der Cüvelage. — Die von Chaudron angewendete gusseiserne Cüvelage besteht aus einer Reihe von auf einander gesetzten ganzen Ringen, deren Flantschen genau parallel abgedreht sind, so dass das Ganze ein vollkommen verticales Rohr bildet.

Die Flantschen stehen nach innen, damit das Niedergehen nicht gehindert wird. Ihre Fugen sind verbleit und ihre Verbindung erfolgt durch Schraubenbolzen. Jeder Ring wird vor dem Aufsetzen in einem besonderen Bassin von aussen einem Probedruck von der doppelten Höhe des im Schachte zu erwartenden Druckes unterworfen.

Der ganze Ausbau hängt an Eisenstangen, welche oben in Schraubengewinde endigen und durch Schraubenmuttern hindurchgehen, die ihrerseits auf einem über Tage stehenden Gerüste aufruhen. Die Disposition ist so getroffen, dass mit dem Niedergehen des Ausbaues neue Cüvelagestücke aufgesetzt werden können.

Um das Einsenken einer so grossen Gewichtsmasse überhaupt möglich zu machen, erfand Chaudron eine äusserst geschickte Vorkehrung. Ein schildförmiges Gussstück, der sogenannte Gleichgewichtsboden, wird an einen der untersten Cüvelageringe angeschraubt. Auf diesen Boden, welcher in der Mitte eine Oeffnung hat, setzt man ein schmiede- oder gusseisernes Rohr auf und erhöht dasselbe in dem Maasse, wie die Cüvelage aufgebaut wird. Die letztere wird also in ein schwimmendes Gefäss verwandelt, welches durch Einlassen

*) Vergl. das oben in der Anmerkung zu Nr. 263 Gesagte.

des Wassers in das Innere der Säule beliebig eingetaucht werden kann. Das Einlassen des Wassers erfolgt durch Hähne, welche in gewissen Abständen an dem centralen Rohre angebracht sind (Fig. 115).

Fig. 115.

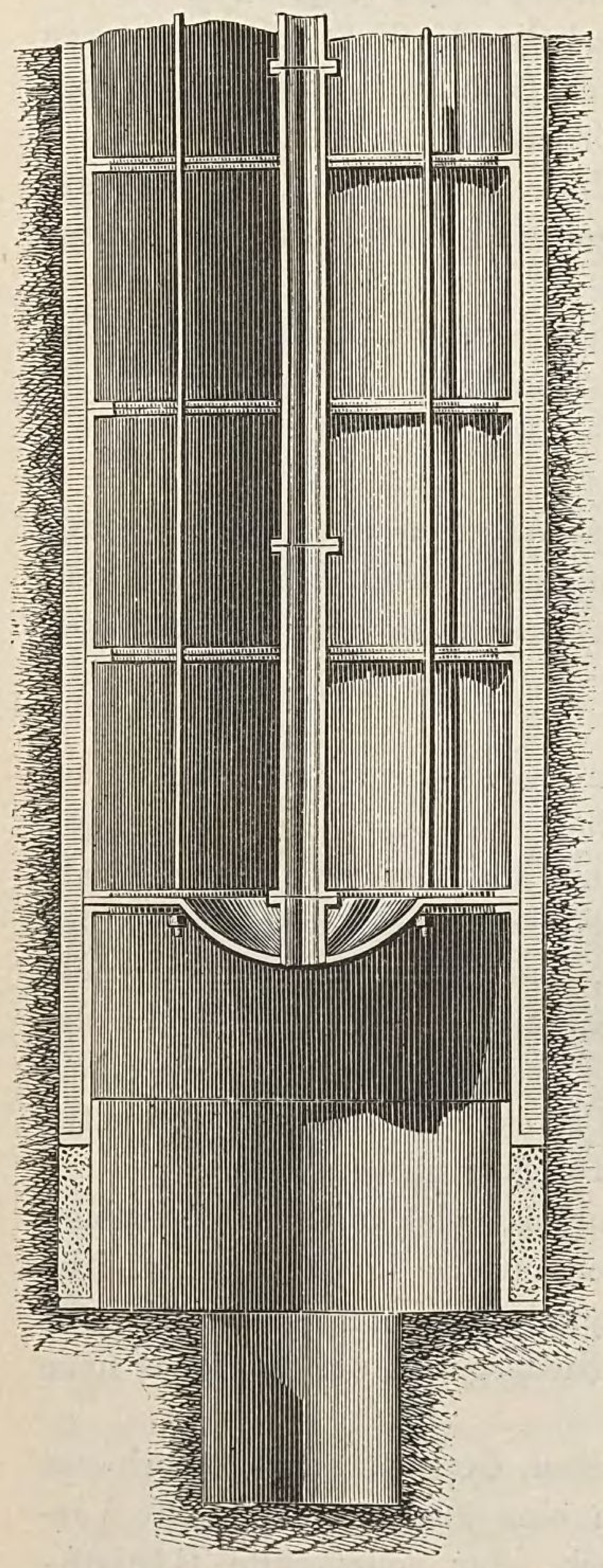
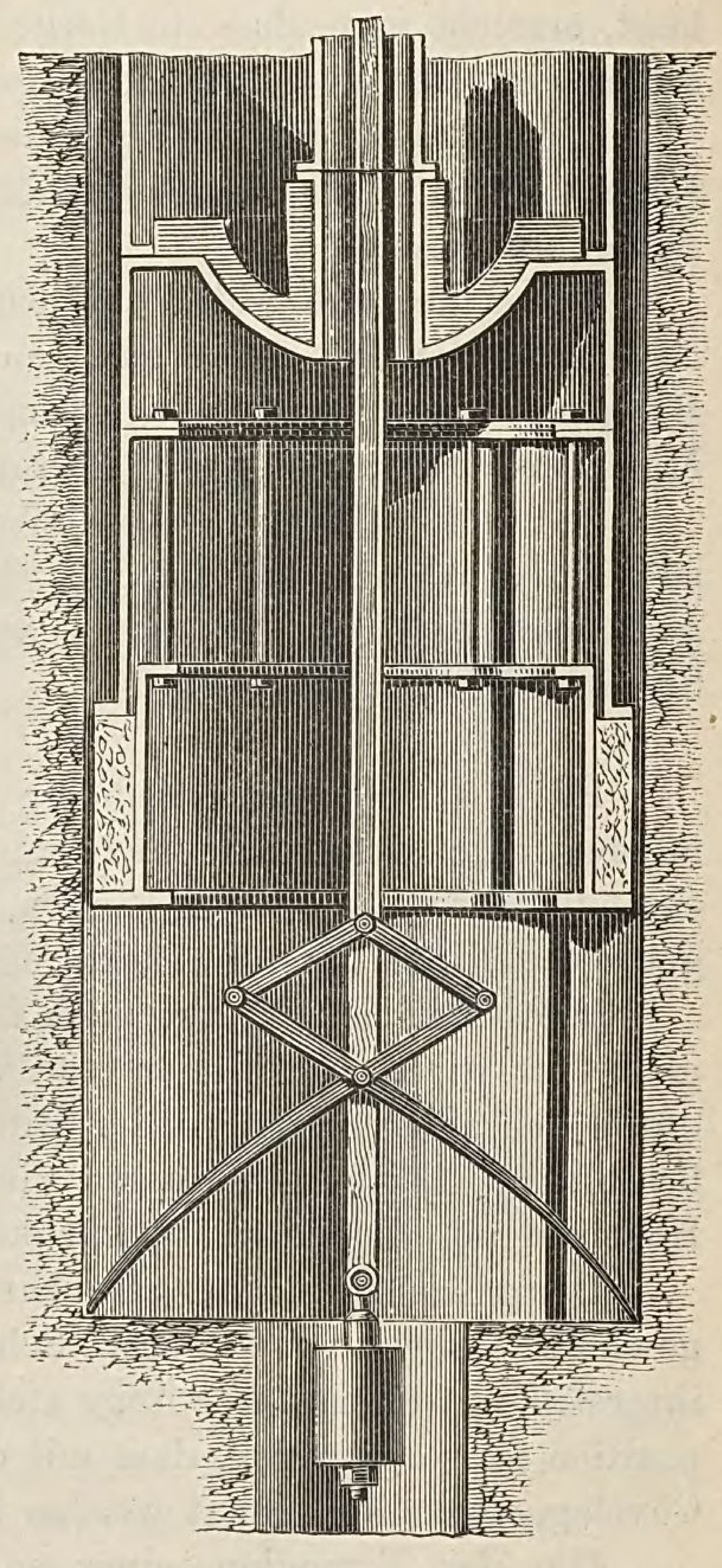


Fig. 116.



Mit Hülfe dieser sinnreichen Vorrichtung kann man dem Ausbau genau nur so viel Uebergewicht ertheilen, als zu seinem verticalen Einsinken nothwendig erscheint.

Ein fernerer Nutzen des „Gleichgewichtsrohres" ist der, dass es die Schachtsohle zugänglich macht und gestattet, dieselbe vor dem Aufsetzen des Cüvelagefusses zu reinigen. Das letztere kann sehr rathsam oder selbst unerlässlich sein, wenn die Schachtwandung weniger

standhaft ist. Es geschieht mit Hülfe eines zangenförmigen Krätzers, welcher sich zusammenlegen kann, um durch das Rohr hindurchzugehen (Fig. 116).

Endlich gewährt das Gleichgewichtsrohr noch den Vortheil, dass man sich am Ende der Arbeit überzeugen kann, ob der Anschluss des Cüvelagefusses dicht geworden ist. Wenn nämlich dies letztere der Fall ist, so muss der Wasserspiegel in dem Rohre durch Pumpen tiefer gelegt werden können, ohne dass er nachher wieder merklich steigt.

Nachdem so die Frage des Einsenkens der Cüvelage geregelt war, musste noch für einen dichten Anschluss des Fusses an das Gebirge gesorgt werden. Chaudron hat diese Aufgabe mittelst eines sehr einfachen Apparates, der sogenannten „Moosbüchse", gelöst. Fig. 116 zeigt deutlich, in welcher Weise dieser Apparat functionirt:

Der unterste Cüvelagering hat seinen unteren Flantsch nach aussen gekehrt. Im Inneren dieses Ringes hängt, wie Fig. 116 ersehen lässt, ein Cylinder an glatten eisernen Bolzen, welche ein gegenseitiges Verschieben der beiden Stücke gestatten. Moos, welches durch ein Drahtnetz an Ort und Stelle gehalten wird, füllt den Zwischenraum zwischen dem Flantsch des untersten Cüvelageringes und demjenigen des Cylinders aus.

Wenn der letztere in Folge des Einsinkens der Cüvelage die Gesteinsbrust erreicht hat, bleibt er stehen, während die übrige Cüvelage weiter niedergeht, sich mit ihrem ganzen Gewicht auf das Moos aufsetzt und dieses äusserst fest zusammen und gegen die Schachtwandung presst.

Auf diese Weise stellt sich ganz von selbst ein wasserdichter Anschluss her und es bleibt nichts mehr zu thun übrig, als den Raum zwischen dem Cüvelagerohr und dem Gebirge vollständig mit Beton auszufüllen, was von Tage aus mit entsprechend geformten Eintragelöffeln bewerkstelligt wird.

Nach Beendigung des Betonirens pumpt man das Wasser aus, baut Schritt für Schritt das Gleichgewichtsrohr ab und entfernt schliesslich auch den schildförmigen Boden. Sobald der Schacht frei ist, kann das Abteufen im Steinkohlengebirge in gewöhnlicher Weise begonnen werden.

295. Chaudron hat nach vorstehendem Verfahren schon mehr als 12 Schächte grösseren Durchmessers abgeteuft, welche sämmtlich vollständig gelungen sind. Mehrere Abteufen sind noch in der Ausführung begriffen.

Die zwei bemerkenswerthesten sind die Schächte von Maurage. Dieselben boten besondere Schwierigkeiten wegen der Festigkeit der zu durchteufenden Schichten, der Mächtigkeit des wasserführenden Gebirges und der Dimensionen der Cüvelage. Sie wurden mit 4,40 m

Durchmesser bis zur Teufe von 190 m abgebohrt und dann bis auf 160 m cüvelirt. Der freie innere Durchmesser beträgt 3,65 m. Die gusseisernen Cüvelagerohre wogen nicht weniger als 800 000 kg. Keine einzige Fuge wurde im mindesten undicht und als die Moosbüchsen sich aufgesetzt hatten, war die Wassersäule sofort abgeschlossen.

296. Die bis jetzt von Chaudron abgebohrten Schächte haben sämmtlich ziemlich standhaftes Gebirge gehabt. Man kann jedoch bei dem Absinken auf lockeren Sand stossen, der bis zur Ankunft der definitiven Cüvelage nicht Stand halten würde. In solchen Fällen wird es erforderlich, beim Abbohren ein Hülfsrohr, die sogenannte verlorene Cüvelage, einzusenken, welche die lockere Schicht von ihrem Liegenden bis zu ihrem Hangenden absperrt. Innerhalb dieses Rohrstückes lässt man dann später die definitive Cüvelage auf die oben beschriebene Weise niedergehen.

Der in Rede stehende Fall liegt gegenwärtig bei dem Schachtabteufen zu Ghlin bei Mons vor. Ueber diese interessante Arbeit mögen hier einige Angaben folgen:

Die Mächtigkeit des zu durchteufenden wasserführenden Deckgebirges beträgt 288 m. Das grosse, 4,40 m breite Bohrstück wiegt 19 000 kg, das kleine, welches einen Durchmesser von 2 m bohrt, wiegt 11 300 kg.

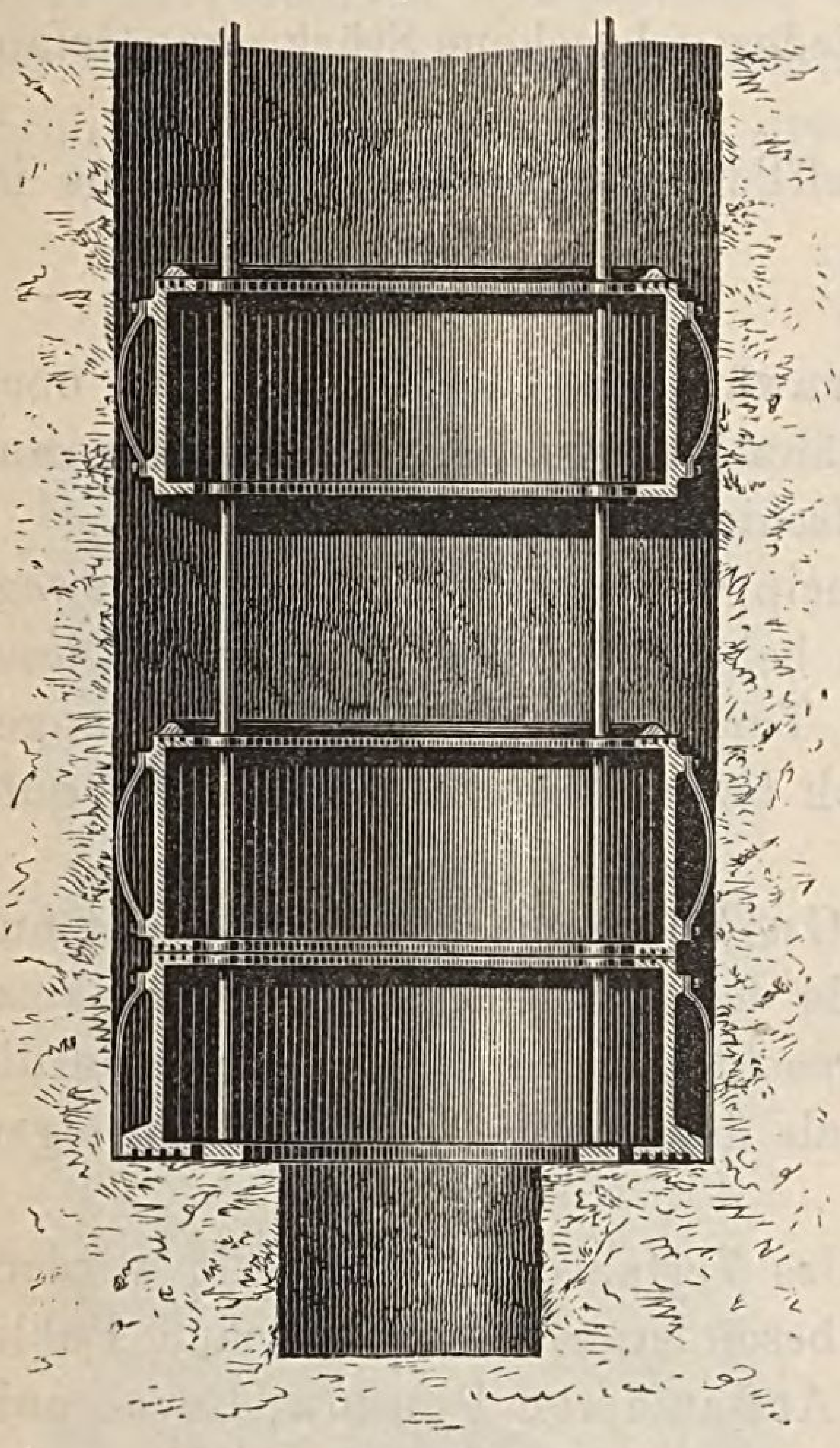
Die gusseiserne Cüvelage soll 300 m Höhe und 3,65 m inneren freien Durchmesser erhalten. Die Wandstärke nimmt, entsprechend dem äusseren Wasserdruck, vom Fusse bis zum oberen Ende hin ab. Sie beträgt 91 mm im Maximum. Das Gesammtgewicht der Cüvelage beträgt 1 800 000 kg.

Wie gesagt, ist bei diesem Abteufen zu Ghlin die oben erwähnte Schwierigkeit eingetreten. Als der Schacht bis nahe an das Steinkohlengebirge abgebohrt war, traf man auf eine Schicht Fliesssand, welche den Schacht gefährdet haben würde, wenn man das Bohren ohne Weiteres durch sie hindurch fortgesetzt hätte. Da die Cüvelage schon beschafft war, musste man den Schacht von oben an erweitern, um in die Sandschicht eine verlorene Cüvelage von grösserem Durchmesser einbringen zu können, durch welche später die definitive Cüvelage hindurch gesenkt werden soll. Jene Arbeit ist gegenwärtig in der Ausführung begriffen. Es ist nicht zu bezweifeln, dass sie von Erfolg gekrönt sein und dass von da an das Chaudron'sche Verfahren dasjenige sein wird, welches alle Arten von Deckgebirge zu durchteufen gestattet und dies so sicher, billig und schnell als nur möglich.

Das Chaudron'sche Verfahren wird daher allgemeine Anwendung finden, ausgenommen vielleicht die kleineren Teufen, für welche die Anwendung comprimirter Luft noch vortheilhaft bleiben wird.

297. Tillier und Passelecq haben ein anderes Verfahren zum Einsenken der Cüvelage in die im Wasser abgebohrten Schächte vorgeschlagen. Dasselbe besteht darin, dass jeder Ring für sich hinabgelassen wird, wobei er aussen durch gebogene, gegen das Gebirge federnde eiserne Bügel und innen mittelst festsitzender Oehre an runden, verticalen Eisenstangen geführt wird (Fig. 117).

Fig. 117.



Die Ringe werden an dreiarmigen Haken eingehängt, welche in Folge eines Gegengewichtes von selbst loslassen, wenn der Ring sich auf die unteren Ringe aufgesetzt hat.

Die wasserdichte Verbindung der einzelnen Ringe erfolgt ohne Schraubenbolzen, durch einfaches Aufeinandersetzen unter Einfügung von Kautschukringen, welche durch das Gewicht der Stücke festgehalten werden. Diese Kautschukringe sind auf den Flantschen der Cüvelagestücke gleichwohl befestigt, damit sie sich nicht während des Einlassens verrücken. Sie sind nach oben hin dachförmig abgeschrägt, um Gesteinstheilchen, welche beim Einhängen darauf fallen könnten, abgleiten zu lassen. Später werden die Cüvelageringe auch noch durch äussere Betonirung zusammengehalten.

Näheres über dieses Verfahren findet sich in einer Notiz der Revue universelle des mines, Serie 2, Vol. 1. Die Urheber des Projectes sprechen demselben folgende Vorzüge zu:

1. Ausserordentlich rasches Einbringen der Cüvelage, also Abkürzung der Zeit, während welcher die Schachtwandung frei steht, wodurch die Wahrscheinlichkeit von Brüchen in derselben verringert und Geld und Zeit gespart wird.

2. Wenn ein localer Bruch während des Einbringens der Cüvelage entsteht, so gestattet der Schacht, da er immer frei ist, die hereingefallenen, möglicher Weise bis über den Rand des zuletzt eingebrachten Cüvelageringes reichenden Berge herauszuschaffen, was bei dem Chaudron'schen Verfahren, bei welchem der Zugang zum Schachte durch den Gleichgewichtsboden versperrt ist, nicht möglich ist.

3. Vollständige Vermeidung der Gefahr, dass die Cüvelage aus dem Loth kommt.

4. Da die einzelnen Stücke nicht mit einander verschraubt sind, kann der Gebirgsdruck sich äussern, ohne mit Wahrscheinlichkeit Brüche in der Cüvelage hervorzurufen (welcher Punkt für die Zukunft der in Gusseisen cüvelirten Schächte sehr wichtig ist).

5. Da alle Cüvelagestücke in dem Beton mit ihren äusseren Leitungen verankert sind, so kann jedes gebrochene Stück ohne Gefahr ausgewechselt werden.

Eine Anwendung dieses vortrefflich ausgedachten Verfahrens ist bis jetzt nicht bekannt geworden.

298. Vor Abschluss des gegenwärtigen Capitels verdient noch ein sehr sinnreiches Verfahren erwähnt zu werden, welches Guibal zum Durchteufen von Schwimmsandschichten versucht hat.

Dasselbe schliesst sich im Princip an das Verfahren mit beweglichem Keildamme an, von welchem bei Nr. 267 die Rede war. Dieses beim Auffahren von Strecken und Tunnels öfters mit Erfolg angewendete Princip würde offenbar auch beim Schachtabteufen sehr gute Dienste leisten.

Der nach dieser Richtung von Guibal gemachte Versuch ist nur daran gescheitert, dass sich am Ende der Arbeit eine ganz ausnahmsweise Schwierigkeit einstellte. Ungeachtet dieses Misslingens sind die angewandten Mittel zu interessant, als dass sie hier mit Stillschweigen übergangen werden dürften.

Es sollen nur die Hauptzüge des Verfahrens mitgetheilt werden, da die Einzelheiten besser in den besonderen diesbezüglichen Publicationen und hauptsächlich in einem Aufsatze von Penson, Revue universelle des mines, Vol. V, p. 37, verfolgt werden. Dieser Literaturstelle ist auch die nachstehende kurze Schilderung des Guibal'schen Verfahrens entnommen.

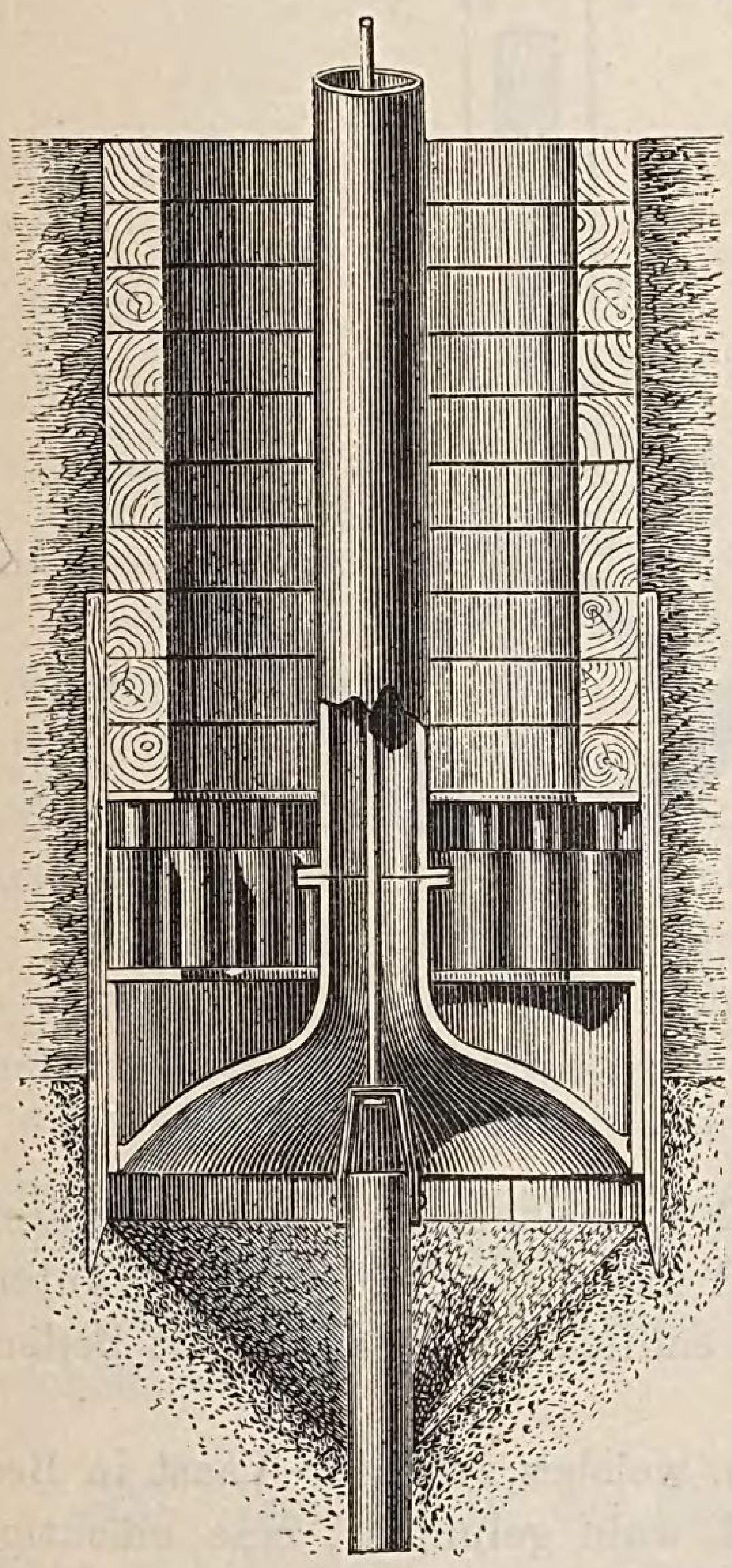
Guibal trennt die Schachtverkleidung in zwei Theile: Der eine Theil ist beweglich und sinkt nach Maassgabe des Abbohrens in dem Sande nieder; der andere ist ein unbeweglicher, definitiver Ausbau und einfach die Verlängerung des Ausbaues der höher liegenden Niveaus.

Der bewegliche Theil, das sogenannte „*prisme pénétrant*“ (Fig. 118), verwahrt das untere Ende des festen Ausbaues gegen den umgebenden lockeren Sand. Indem es dem Abteufen auf dem Fusse folgt oder vielmehr ihm vorausrückt, macht es zwischen sich und dem definitiven Ausbau Platz zur Verlängerung dieses letzteren. Auf jedes weitere Eindringen in den Sand folgt das Einsetzen eines neuen Stückes definitiver Cüvelage. So lässt der bewegliche Theil nach der Reihe die einzelnen, in seinem Inneren eingebauten Glieder des definitiven Ausbaues über sich zurück, während letztere durch den äusseren Druck des

Gebirges vollständig festgehalten werden. Das einsinkende Prisma mit seiner constanten Höhe bietet somit für die Reibung an dem Gebirge eine constante Fläche dar und der durch diese Reibung hervorgerufene Widerstand ist daher bei gleichbleibender Gebirgsbeschaffenheit stets derselbe.

Das Niedergehen des Prismas wird herbeigeführt durch die in der Figur dargestellten hydraulischen Pressen, durch deren Vermittelung sich das Prisma gegen den festen Ausbau stemmt. Diese Pressen, durch die ein ausserordentlich grosser Druck ausgeübt werden kann, ersetzen sehr vortheilhaft die sonst für derartige Zwecke gebräuchlichen Schrauben. Sie können aus der Entfernung betrieben werden, während Schrauben durch unten im Schacht befindliche Arbeiter gehandhabt werden müssten. Die von Hand bewegten Schrauben drücken ausserdem ungleichmässig und intermittirend, während die hydraulischen Pressen mit ihrer ununterbrochenen Druckwirkung sowohl den Ausbau gleichmässig unterstützen, als auch nach unten hin keinen für das Niederdrücken des Prismas günstigen Moment, so kurz er auch sei, unbenutzt vorübergehen lassen. Da endlich die Pressen durch Röhren von Tage her gespeist werden, so unterstützt die Höhe der Speisewassersäulen die Wirkung, indem sich der Druck auf den Quadratmeter Kolbenfläche um 1000 kg pro Meter der Höhe vergrössert.

Fig. 118.



An das Prisma ist die sogenannte Maske befestigt, eine dichte, starke Scheidewand, welche den Schacht nach unten hin gegen das Eindringen der Wasser absperrt. Dieselbe hat in der Mitte eine runde Oeffnung, auf welcher sich ein bis über den Wasserspiegel reichendes Rohr erhebt. Die Maske theilt somit den Schachtraum in zwei über einander liegende Theile, von denen der obere wasserleer ist, während der untere und die centrale Säule voll Wasser stehen. Diese sinnreiche Combination erfüllt zwei Bedingungen gleichzeitig, welche auf den ersten Blick unvereinbar scheinen: einerseits kann direct im Schachte

selbst gearbeitet und die definitive Cüvelage eingebaut werden, andererseits wird eine Wassersäule im Inneren des Schachtes benutzt, um dem schwimmenden Gebirge das Gleichgewicht zu halten.

Das centrale Rohr hat nicht nur den Zweck, das Wasser so weit aufsteigen zu lassen, bis es dem schwimmenden Gebirge das Gleichgewicht hält, sondern auch zwischen der Tagesoberfläche und der Schachtsohle einen Zugang herzustellen, durch welchen hindurch in Thonschichten gebohrt, in Sandschichten gebaggert werden kann. Die hierzu dienenden Instrumente sind eine Art Schappe (Fig. 119) zum

Fig. 119.

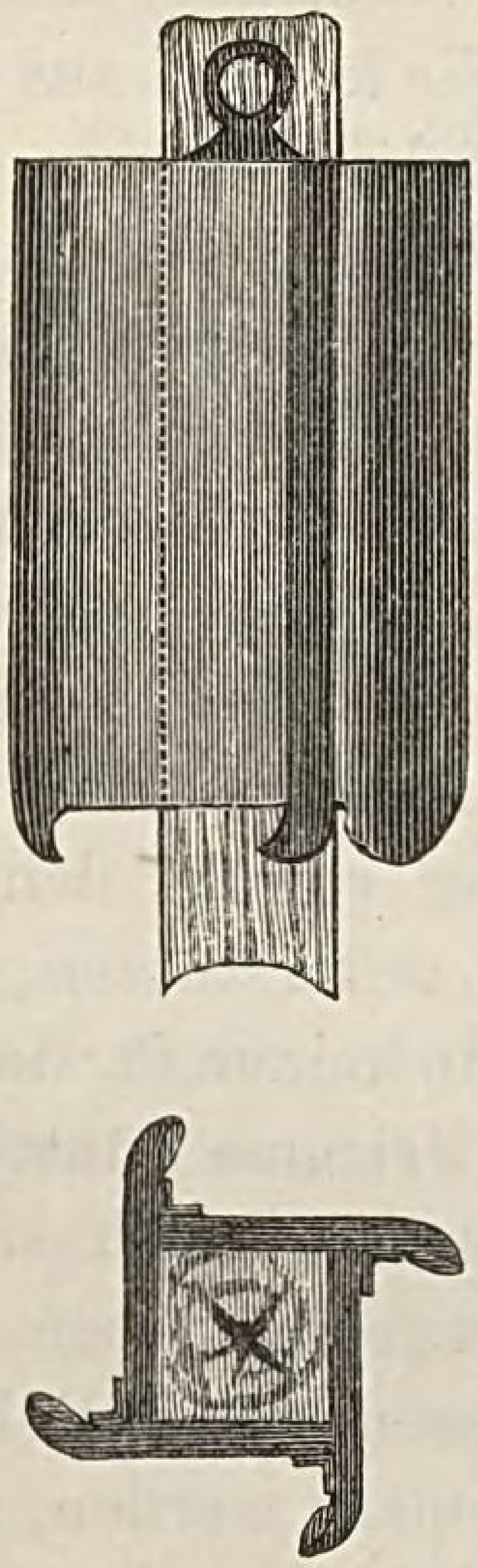
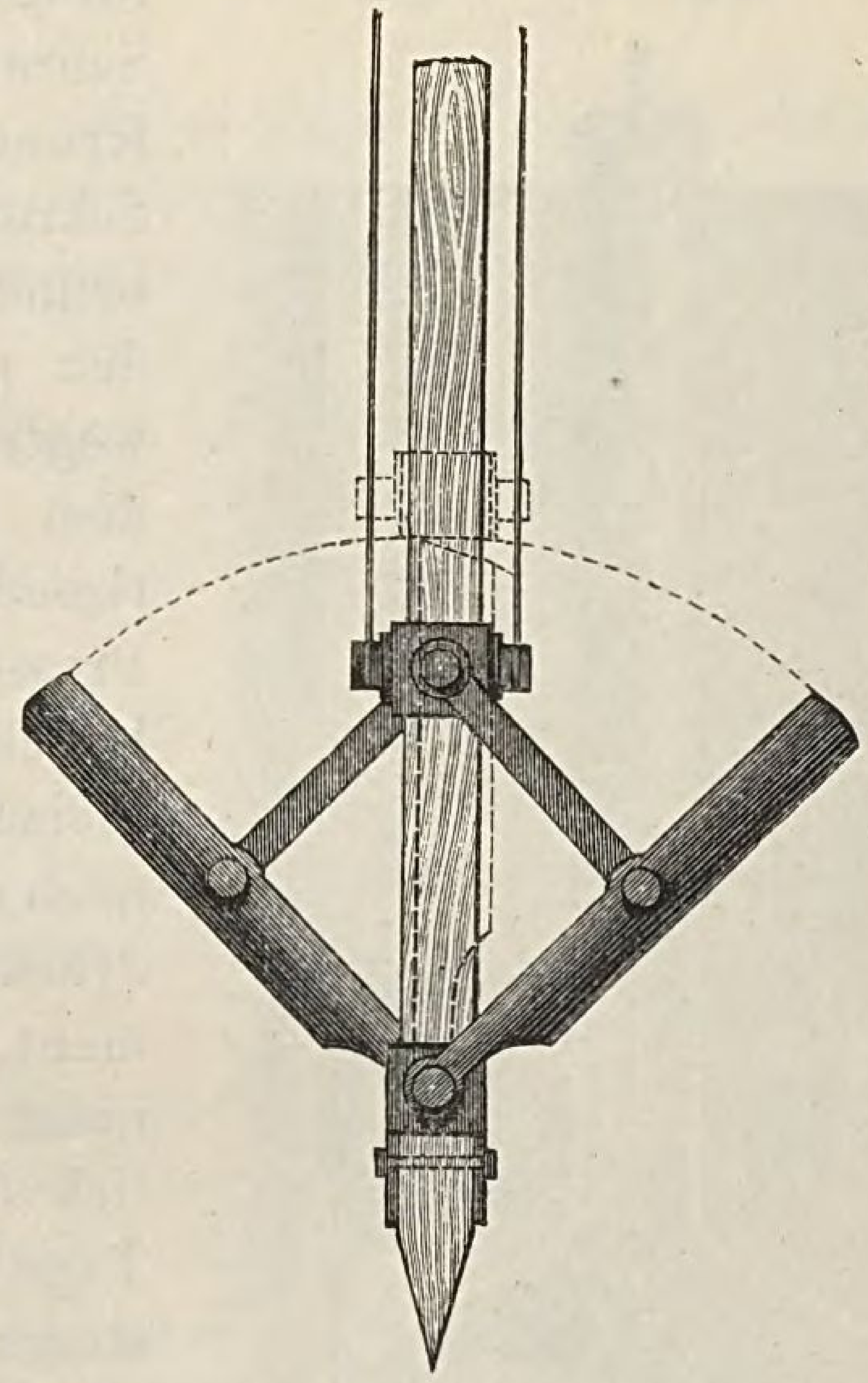


Fig. 120.



Vorbohren, ein Schlagbohrer (Fig. 120), welcher sich beim Passiren des Gleichgewichtsrohres zusammenlegt und sich öffnet, wenn er unterhalb der Maske angekommen ist, und endlich ein Cylinder mit Bodenklappe zum Weglöffeln von Sand.

Mit dem Guibal'schen Verfahren, welches zu Saint-Vaast in Belgien versucht worden ist, ist es dort wohl gelungen, eine mächtige Fliesssandschicht zu durchteufen. Aber die starke Oberflächenneigung des Steinkohlengebirges und dessen für den zusammenlegbaren Bohrer zu bedeutende Festigkeit vereitelten die Herstellung eines dichten Anschlusses der Cüvelage an ihrem Fusse. Der Sand drang ein und die bis dahin erreichten Resultate gingen wieder verloren.

Es steht gleichwohl nicht zu bezweifeln, dass unter günstigeren Umständen die Anwendung dieses Verfahrens sehr gute Resultate geben könnte.

Siebentes Capitel.

Querschläge.

§. 1.

Allgemeines.

299. Jeder Grubenbetrieb erfordert das Auffahren, den Ausbau und die Unterhaltung von „Strecken".

Dieselben haben mehrfache Bestimmung: Die einen dienen zur Förderung der gewonnenen Massen, andere zum Durchzug der Ventilationsluft, wieder andere zur Fahrung der Arbeiter und noch andere endlich zur Ableitung der Wasser. Eine Strecke dient im Allgemeinen zu mehreren dieser Zwecke gleichzeitig.

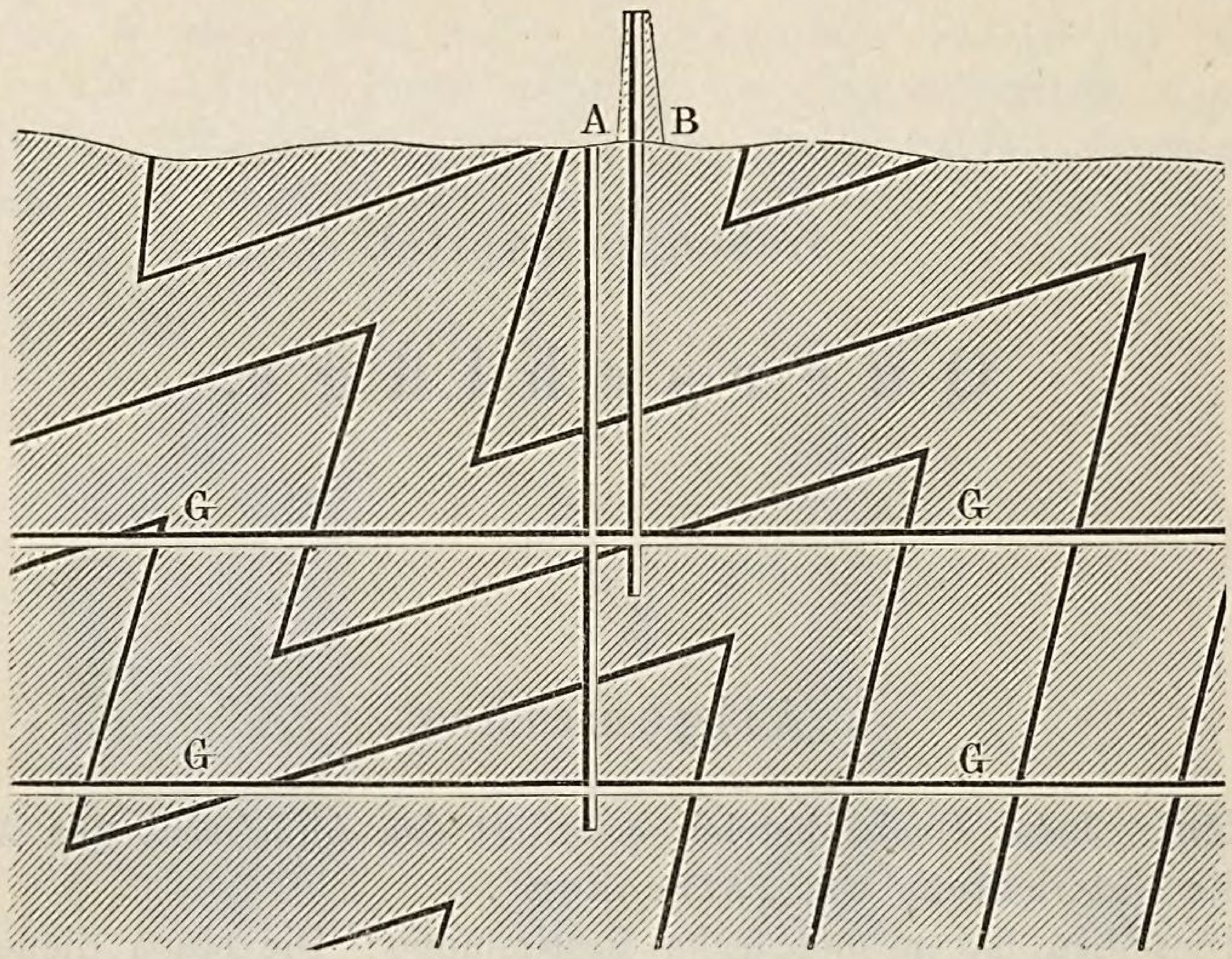
Man unterscheidet Strecken im tauben Gestein oder „Querschläge", welche den Zweck haben, die Flötze quer zu durchschneiden, und im Allgemeinen horizontal verlaufen, und Verbindungswege in den Flötzen selbst. Bei letzteren sind Richtung, Neigung und Dimensionen sehr verschieden, je nach ihrem Zwecke und nach den Bedürfnissen des Betriebes; von ihnen wird erst bei Besprechung des Abbaues die Rede sein, während das gegenwärtige Capitel sich nur mit den Querschlägen beschäftigen soll.

300. Zunächst ist der Dienst, welchen die Querschläge leisten, näher zu betrachten. Im Allgemeinen, wenn man es nämlich nicht mit ganz oder nahezu horizontalen Flötzen zu thun hat, welche der Reihe nach durch den tiefer rückenden Schacht geschnitten werden, müssen dieselben durch vom Schachte ausgehende, quer zu dem Streichen der Gebirgsschichten gerichtete Strecken aufgeschlossen („ausgerichtet") werden.

Man habe beispielsweise ein Grubenfeld mit einer Reihenfolge von Flötzen, welche in der in Fig. 121 (a. f. S.) dargestellten Art gelagert sind.

Man teuft dann zuerst etwa den Förderschacht *A* und den Wetterschacht *B* ab. Aus jedem derselben fährt man hierauf in geeignetem Niveau einen Querschlag *G* auf, welcher rechtwinkelig auf dem Streichen

Fig. 121.



der Schichten steht und so die verschiedenen Flötze durchschneidet. Erst wenn diese sogenannten Ausrichtungsarbeiten vollendet sind, kann die Ausbeutung der Lagerstätten in Angriff genommen werden.

301. Die Querschläge werden nicht nur deshalb rechtwinkelig zu dem Streichen der Gebirgsschichten gestellt, weil dies bei regelmässigem Gebirgsstreichen der kürzeste Weg ist, sondern auch deshalb, weil das Auffahren rechtwinkelig durch die Schichten besser von statten geht als in schräger Richtung.

Wenn nun aber das Gebirge eine Reihenfolge einschiebender Sättel und Mulden bildet, mithin die Flötze von einer Horizontalebene in Zickzacklinien geschnitten werden und folglich ein überall rechtwinkelig zu den Schichten stehender Querschlag ebenfalls eine Zickzacklinie beschreiben müsste, so kann es vortheilhafter sein, den Querschlag geradlinig zu treiben, ohne sich um das Wechseln des Gebirgsstreichens zu bekümmern.

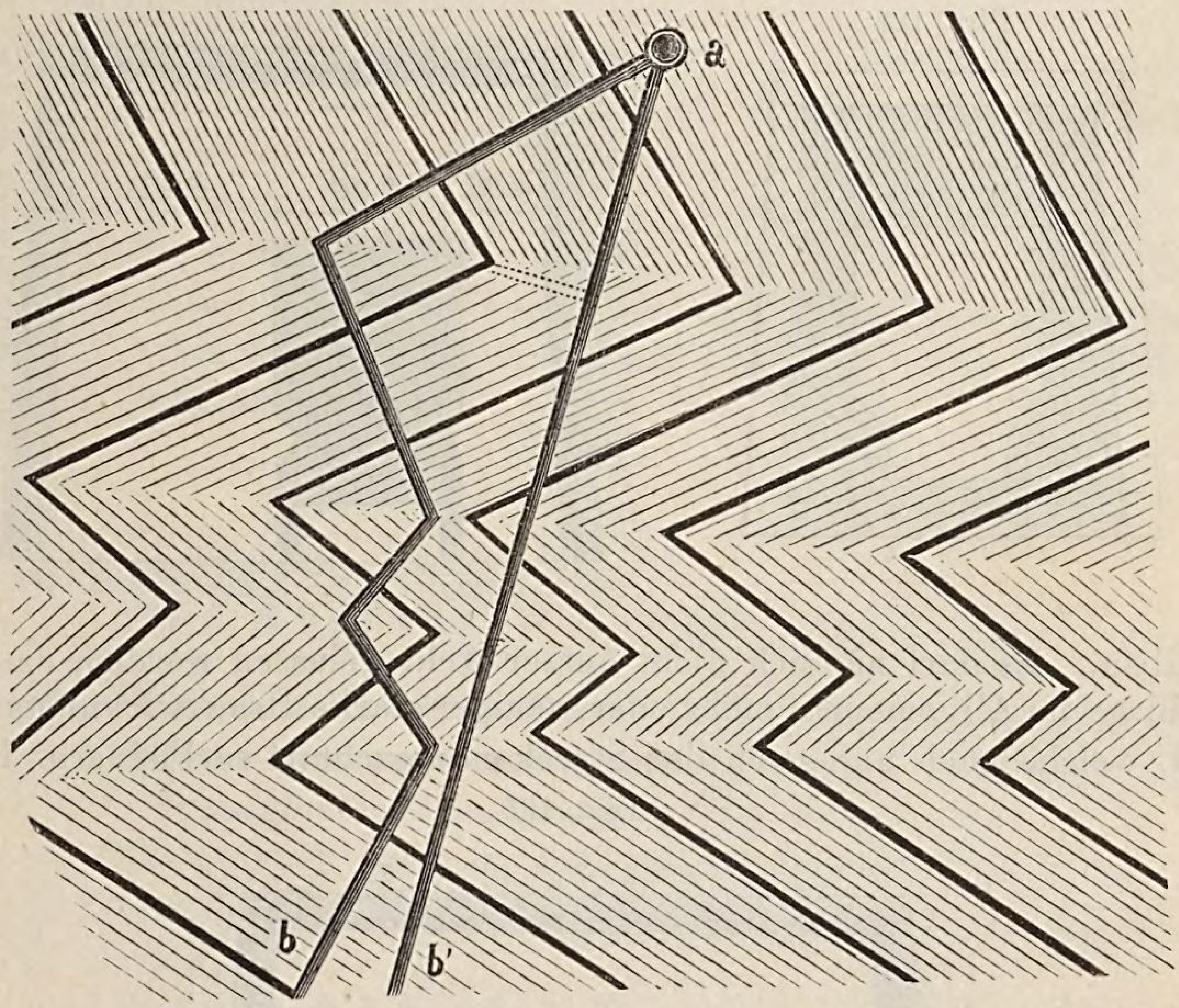
Folgendes Beispiel wird dies erläutern:

In einem Grubenfelde sei die Flötzlagerung eine solche, dass der in Fig. 122 dargestellte Grundriss entsteht. Wollte man in diesem Falle von dem Schachte *a* aus das Gebirge immer genau querschlägig durschschneiden, so würde man eine winkelige Strecke *ab* erhalten, welche viel länger und für die Förderung viel ungünstiger wäre, als

ein geradlinig und ohne Rücksicht auf den Wechsel des Gebirgsstreichens getriebener Querschlag $a b'$.

In Fällen der hier in Rede stehenden Art ergiebt das Studium der Grundrisse und Profile der Grube die günstigste Richtung des Querschlages, d. h. diejenige Richtung, welche dem Querschlage zu geben ist, damit er bei möglichst geringer Länge eine möglichst

Fig. 122.



grosse Kohlenmenge aufschliesse und dabei den Bedingungen einer guten Förderung möglichst entspreche. Immerhin wird man danach streben, möglichst rechtwinkelig zum Generalstreichen der Flötze aufzufahren, weil schräge Querschläge schwieriger herzustellen und zu unterhalten sind, auch ihnen schwerer ein ganz regelmässiger Querschnitt zu geben ist.

302. Man unterscheidet Förder- und Wetterquerschläge. Die Dimensionen der ersteren, welche zum Weitertransport der aus den verschiedenen Flötzen kommenden Kohlen dienen, sind verschieden je nach den hierfür angewendeten Gefässen und Motoren. Für eingeleisige Pferdeförderung haben die Strecken meistens und zweckmässiger Weise 1,80 m Breite und 2,10 m Höhe. Will man sie doppelspurig machen, so giebt man ihnen 2,50 bis 3 m Breite.

Uebrigens kommen bei der Bestimmung der den Förderstrecken zu gebenden Dimensionen folgende zwei Punkte in Betracht:

1. Der freie Raum zwischen den Förderwagen und den Stössen muss gross genug sein, um den nöthigen Wetterzug durchzulassen und muss ebenso auch zur sicheren Fahrung den erforderlichen Platz darbieten. In Fig. 123 ist der für den Wetterzug frei bleibende Querschnitt durch Schraffirung dargestellt.

2. Zwischen den Wagen und den Stössen sowie zwischen zwei sich begegnenden Wagen muss ein Spielraum von mindestens 25 cm

Fig. 123.

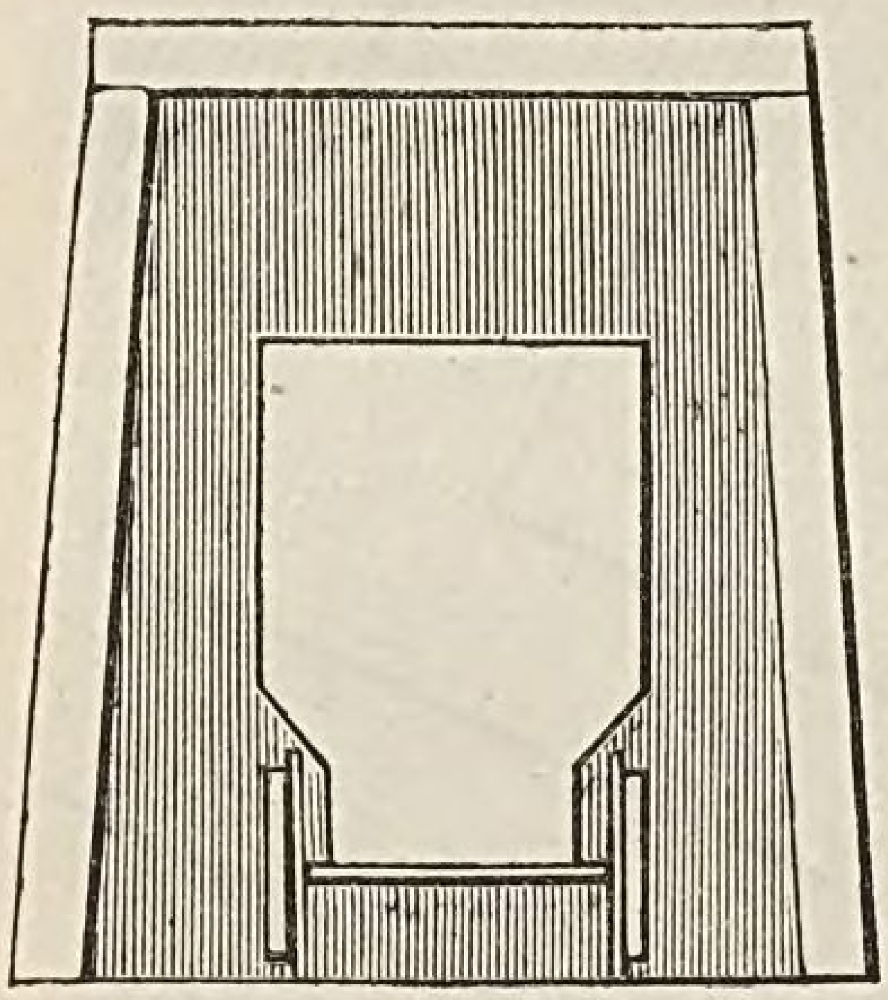
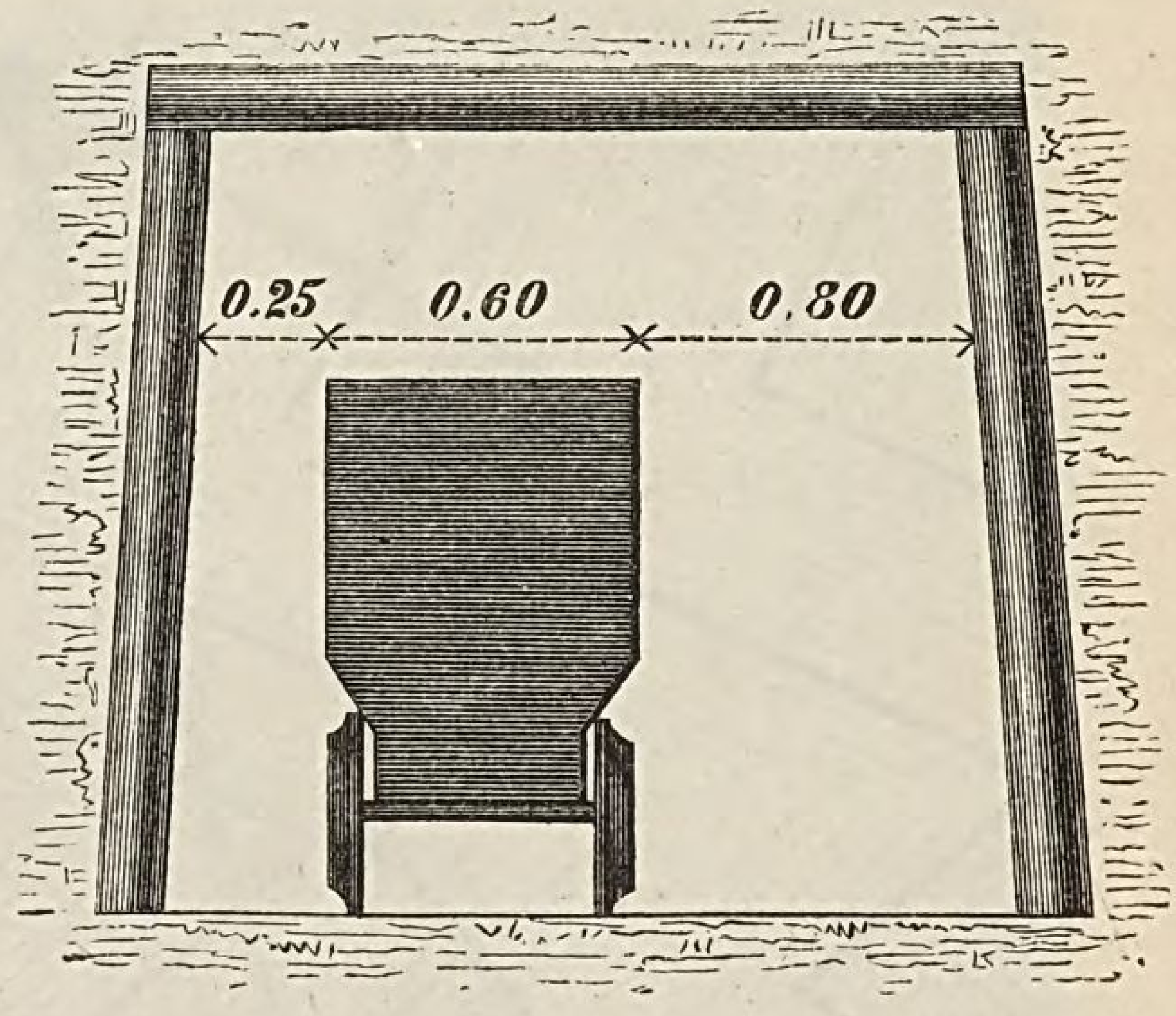
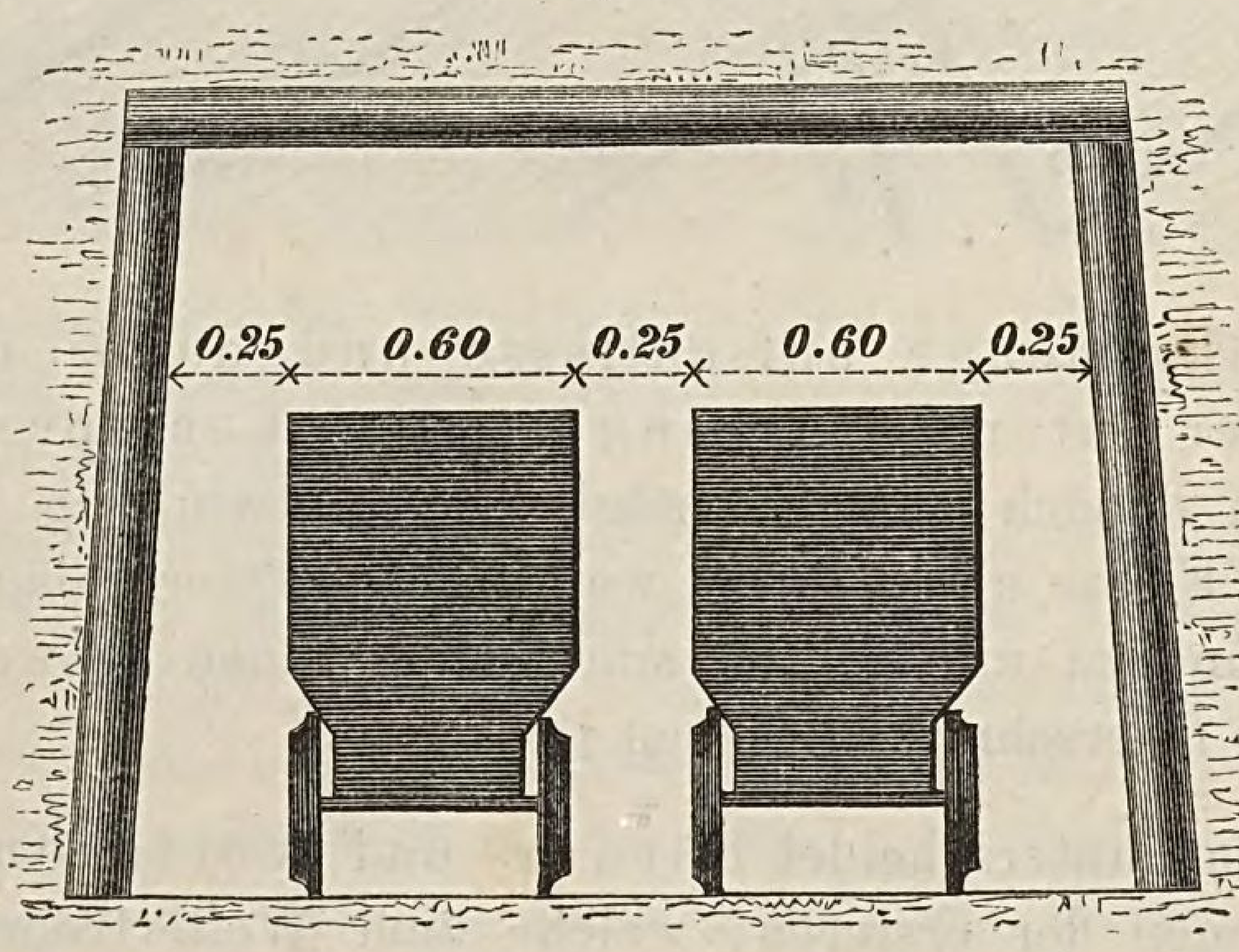


Fig. 124.



bleiben. Es darf nämlich nicht ausser Acht gelassen werden, dass das Gebirge im Allgemeinen mehr oder weniger starke Druckwirkungen ausübt, welche nach und nach den Streckenquerschnitt verkleinern. Dieser

Fig. 125.



Druck muss innerhalb gewisser Grenzen wirken können, ohne sogleich die Förderung zu behindern.

Hiernach werden bei Herstellung einer einspurigen Förderstrecke auf der einen Seite des Wagens 25 cm und auf der anderen Seite zur Fahrung mindestens 80 cm offen zu lassen sein. Wenn also die Breite der Wagen 0,60 m beträgt, so wird die Strecke im Lichten mindestens 0,80 + 0,25 + 0,60 = 1,65 m breit (Fig. 124).

Bei doppelter Förderbahn wird der Raum zur Fahrung überflüssig und es genügt, auf beiden Seiten der Wagen je 0,25 m frei zu lassen; bei obiger Wagenbreite wird dann die Strecke im Lichten mindestens $2 \times 0{,}60 + 3 \times 0{,}25 = 1{,}95$ m breit (Fig. 125).

303. Für die Wetterquerschläge reichen häufig geringere Dimensionen, z. B. 1,50 m Breite auf 1,80 m Höhe, aus.

Auf schlagwetterbehafteten Gruben empfiehlt es sich indess, den ausziehenden Wetterstrecken denselben Querschnitt zu geben, wie den Förderstrecken. Wir werden später sehen, dass ein grosser Querschnitt jener Strecken eine Hauptbedingung guter Wetterführung ist. Zugleich wird es dadurch möglich, die Wetterstrecken ebenso zum Transport zu benutzen, wie die Förderstrecken, und darin Pferde gehen zu lassen. Dies ist von unbestreitbarem Vortheil, wenn die abgebauten Räume vollkommen und ohne zu grosse Kosten mit Bergen ausgefüllt werden sollen. Es wird sich später Gelegenheit finden, auf diese verschiedenen Punkte zurückzukommen.

§. 2.

Das Auffahren der Querschläge.

304. Das Gestein des Kohlengebirges ist selten so milde, dass es mit der Keilhaue hereingewonnen werden kann. Allgemein wendet man hierzu Sprengmaterialien, besonders das Pulver, an.

Der Sprengarbeit wird in Anbetracht ihrer Wichtigkeit und der durch sie erforderten Vorsichtsmaassregeln ein besonderes Capitel gewidmet werden.

Am leichtesten sind die Schieferthone zu durchbrechen. In Schieferthonschichten von mittlerer Festigkeit kann man 5 bis 6 m in der Woche auffahren, in den allermildesten selbst 7 bis 8 m.

Im Sandschiefer und mässig festen Sandstein braucht man dreimal und im groben Sandstein sogar viermal so lange.

Diese Angaben beziehen sich auf die gewöhnliche Handarbeit. Die Anwendung von Maschinen zum Bohren der Sprenglöcher kann den Zeitaufwand auf die Hälfte oder ein Drittel beschränken.

Die Schnelligkeit des Vorrückens in den einzelnen Horizonten eines Grubenfeldes muss genau constatirt werden, da jeder dieser Horizonte im Laufe des Betriebes oftmals durchörtert wird und jene die sicherste Grundlage für die Berechnung der Gestehungskosten einer Strecke und der zu ihrem Auffahren nöthigen Zeit bildet.

305. Organisation der Arbeit. — Die Anzahl der vor Ort eines Querschlages anzulegenden Hauer hängt von den Dimensionen desselben und von der Arbeitsmethode ab.

In einem Förderquerschlage und bei Handarbeit können immer zwei Bohrlöcher gleichzeitig in Arbeit sein, es werden also bei einmännischem Bohren zwei und bei zweimännischem Bohren vier Hauer angelegt. Manche doppelspurig angelegte Oerter sind breit genug, um drei Löcher auf einmal bohren zu können.

Der Betrieb erfordert ausser den Hauern noch sogenannte Schlepper, welche die Berge in Förderwagen laden und wegschaffen. Ihre Zahl hängt von den Dimensionen der Strecke, der Schnelligkeit des Vorrückens und der Förderlänge ab.

Endlich kann für jede Schicht ein Mann erforderlich werden, der die verschlagenen Gezähestücke zum Schachte bringt und die geschärften dafür herbeiholt u. s. w.

Die einmal begonnene Arbeit muss ohne Unterbrechung fortgesetzt werden, so dass also in Querschlägen 24 Stunden täglich gearbeitet wird. Dabei werden entweder zwei 12stündige oder drei 8stündige Schichten eingerichtet. Schwunghafter Betrieb ist überall beim Bergbau von der grössten Wichtigkeit. Eine Arbeit, die mehrmals unterbrochen und wieder aufgenommen ist oder nicht lebhaft betrieben wird, kostet oft das Doppelte von dem, was sie bei richtiger Organisation kosten würde.

Das Auffahren der Querschläge geschieht stets im Gedinge. Diese beim Bergbau so gebräuchliche Arbeitsart wird später besprochen werden.

306. Aufzeichnung der Resultate und Beobachtungen. — Während des Auffahrens eines Querschlages ist es rathsam, gewisse Aufzeichnungen zu machen, von denen die hauptsächlichsten folgende sind:

1. Ein Profil der durchfahrenen Schichten.

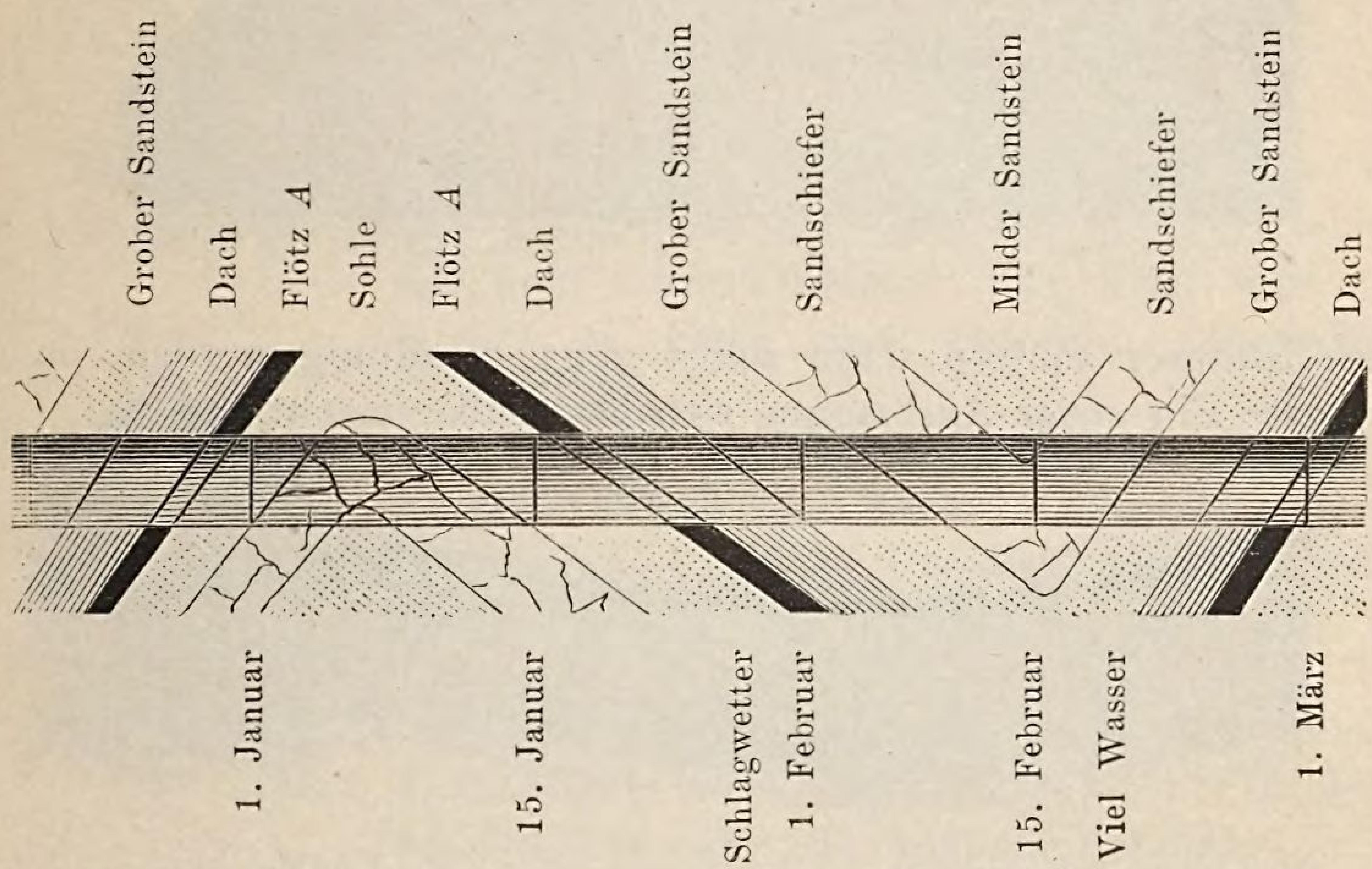
Das Profil kann geschrieben oder gezeichnet werden. Im letzeren Falle, dem empfehlenswerthesten, legt man einen Längsschnitt des Querschlages im Maassstabe von etwa 1 : 100 an und stellt die aufgefahrenen Längen, sowie die durchschnittenen Schichten nach Mächtigkeit und Einfallen bildlich dar. Die Beschaffenheit der Schichten wird durch conventionelle Farben angedeutet. Das Bild kann durch eingeschriebene Notizen über gemachte Beobachtungen vervollständigt werden. Fig. 126 zeigt ein solches Profil.

Wenn diese Profile gut in Ordnung gehalten werden, so können sie von grösstem Nutzen sein, besonders bei Grubenfeldern mit zahlreichen, Mulden und Sättel bildenden Flötzen. Sie lassen immer genau den Horizont erkennen, in welchem man sich mit dem Ort befindet, und dienen auf den tieferen Sohlen zum Anhalten bei der Berechnung der Herstellungszeit, des Gedinges u. s. w.

2. Eine Nachweisung der Gedinge- und Lohnverhältnisse des Querschlages, welche unmittelbar ersehen lässt, welcher Preis pro

Schicht seit Beginn der Arbeit gezahlt worden ist. Eine solche Nachweisung giebt auch einen guten Anhalt für die Ermittelung des Gedingesatzes in einem späteren analogen Falle. Sie giebt überhaupt ein Bild aller Bedingungen, unter welchen die Arbeit ausgeführt worden ist.

Fig. 126.



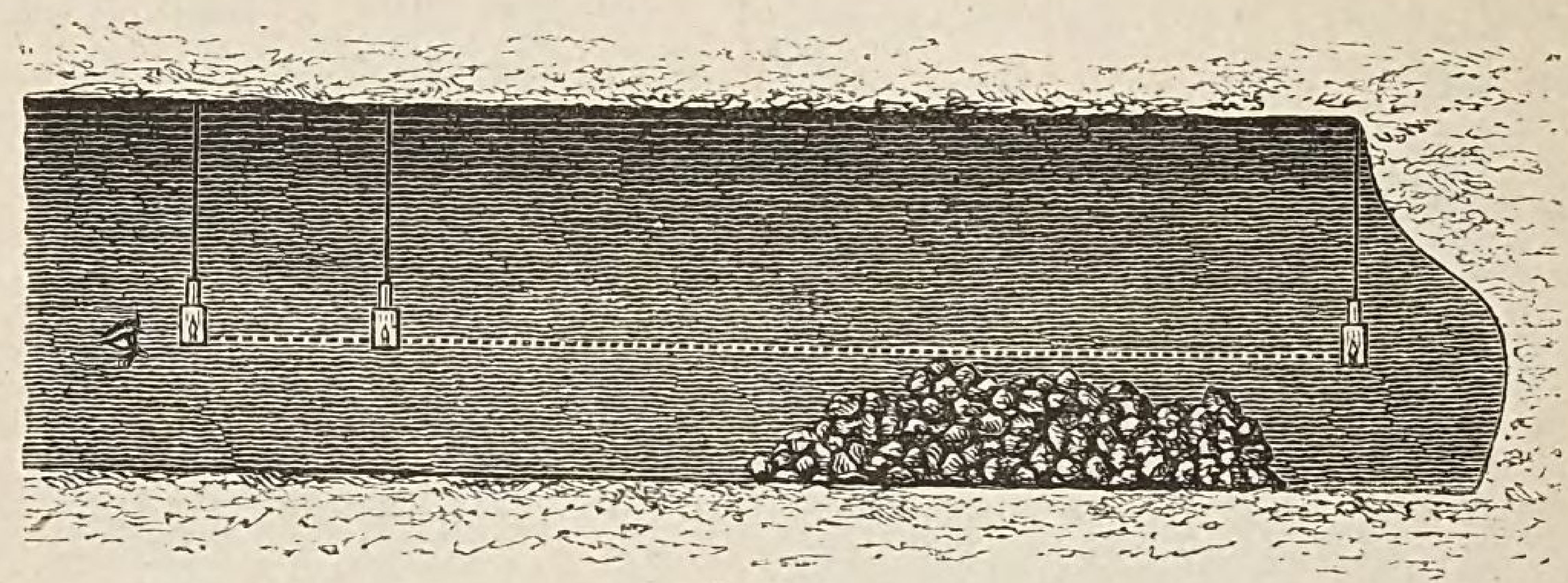
An Stelle geschriebener Tabellen lassen sich auch graphische Darstellungen anwenden und diese haben den Vorzug, dass das Lesen und Vergleichen der Zahlen durch einfaches Betrachten auf- und absteigender Linien ersetzt wird.

307. Die Querschläge müssen in einer vorbestimmten Richtung und mit vorbestimmtem Ansteigen getrieben werden. Die Richtung („Stunde“) wird durch das Grubenbild angezeigt. Auf dem Grundrisse der Grube trägt man die Richtung, welche das Ort erhalten muss, um auf dem kürzesten Wege zum Ziele zu gelangen, auf und ermittelt den Winkel, welchen diese Richtung mit dem Meridian bildet. Mittelst des Compasses überträgt man diesen Winkel in die Grube und markirt die gefundene Richtung durch zwei an der Firste in einigen Metern Entfernung von einander aufgehängte Senkel. Man braucht nun nur an jedes Senkel sowie vor den Ortsstoss ein Licht (eventuell Sicherheitslampe) zu halten oder zu hängen, um zu prüfen, ob das Ort in der gewünschten Richtung voranrückt (Fig. 127, a. f. S.).

Die hier in Rede stehenden Senkel werden häufig in die Axe der Strecke gehängt. Dies ist jedoch nicht zu empfehlen, da die Axe eine gerade Linie bilden und die Strecke dennoch merkliche Krümmungen aufweisen kann (Fig. 128, a. f. S.).

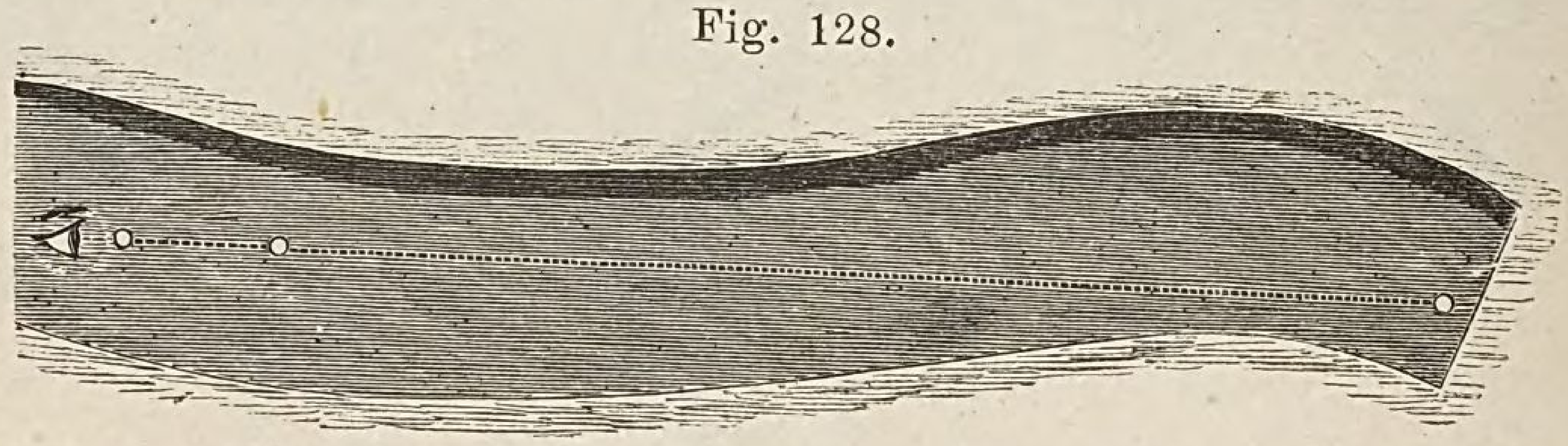
Es ist daher besser, die Senkel nahe an einem der Längsstösse oder noch besser je zwei an beiden Stössen aufzuhängen (Fig. 129).

Fig. 127.



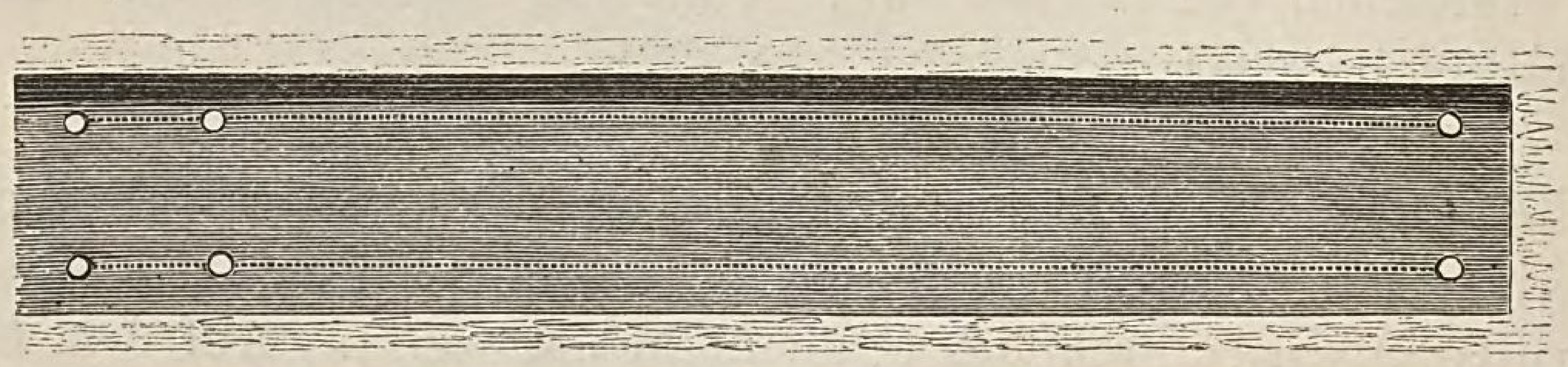
Diese letzteren müssen dann selbst ganz geradlinig werden, da die geringste Ein- oder Ausbiegung sich bemerkbar macht.

Fig. 128.



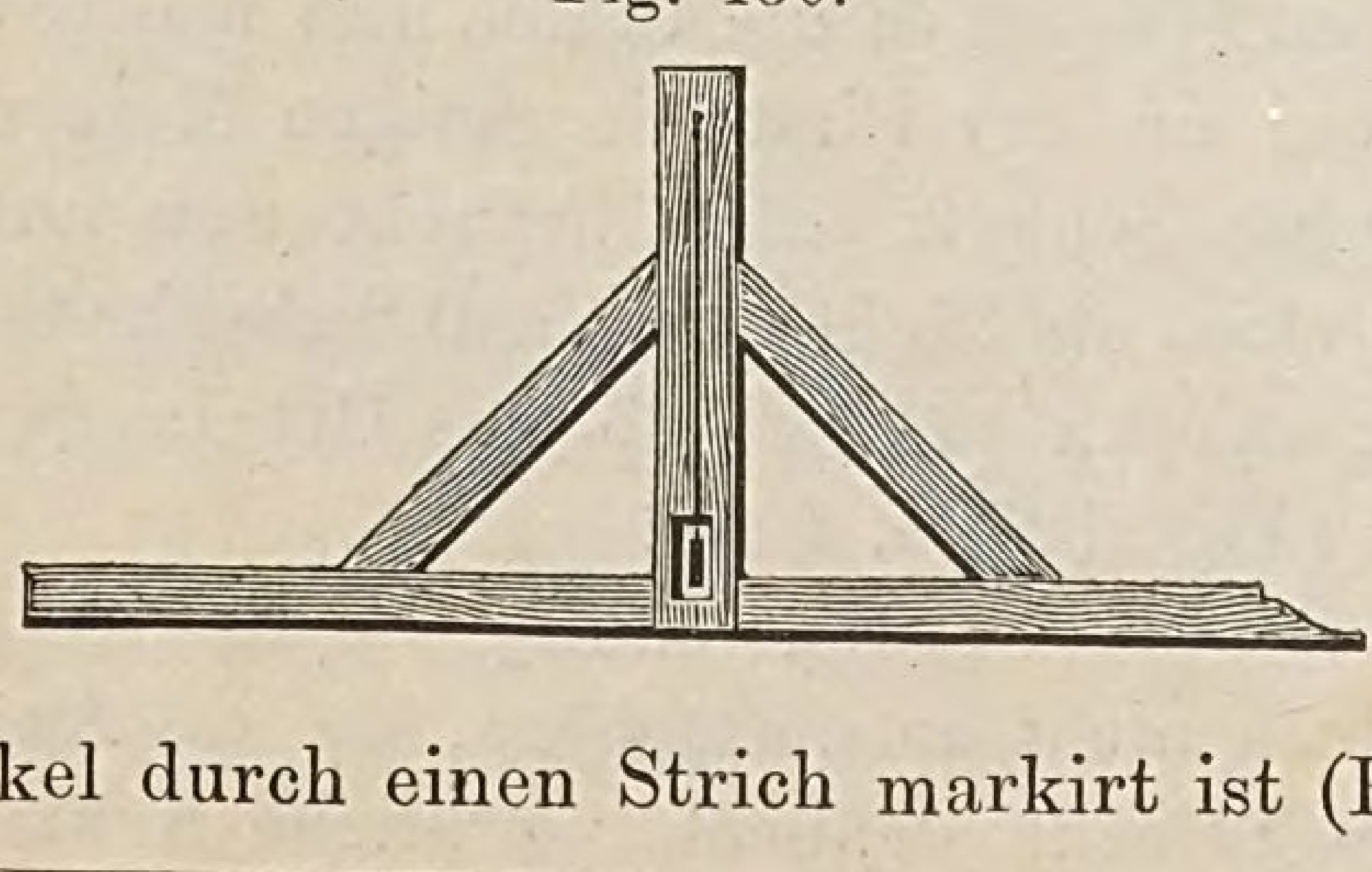
Wenn der Querschlag sehr lang wird, so hängt man von Zeit zu Zeit die Senkel näher nach dem Orte zu, um das Visiren zu erleichtern.

Fig. 129.



Die Neigung gegen den Horizont bestimmt sich nach den Bedingungen der Förderung und der Wasserlosung. Im Allgemeinen lässt man die Strecken vom Schachte aus um $^1/_4$ Grad ansteigen *). Dies genügt, wie sich später zeigen wird (526), in beiden Beziehungen.

Fig. 130.



Die Neigung wird controlirt durch eine hölzerne Setzwage, auf welcher der betreffende Winkel durch einen Strich markirt ist (Fig. 130).

*) Vergl. die Anmerkung bei 526.

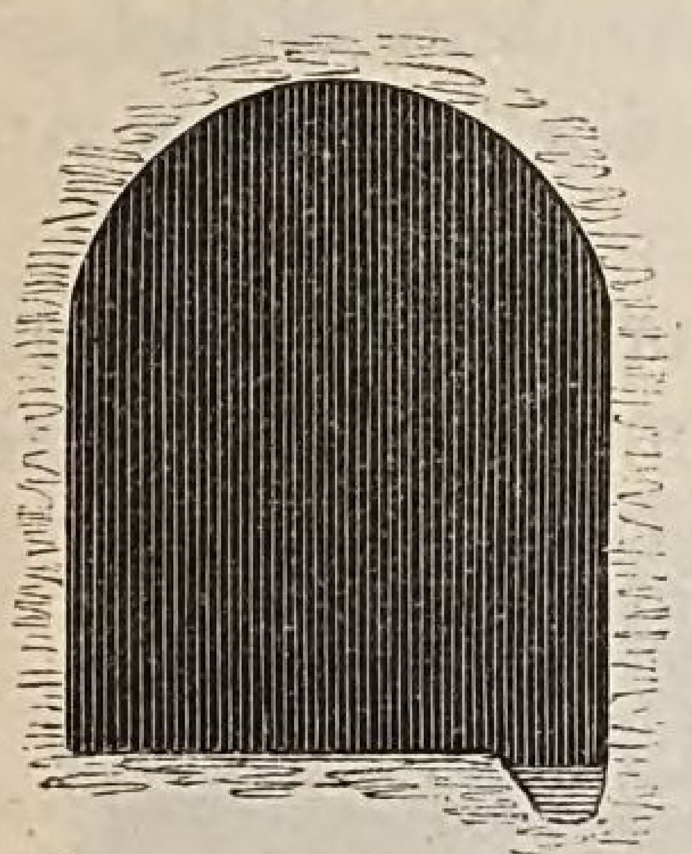
Man kann die Setzwage auch auf eine Setzlatte aufsetzen, welche so abgeschrägt ist, dass das Senkel der Setzwage mit dem Verticalstrich zusammenfällt, wenn das richtige Ansteigen vorhanden ist.

§. 3.

Das Verbauen der Querschläge.

308. Oft können Querschläge des Ausbaues ganz entbehren. Dies ist besonders dann der Fall, wenn sie steilfallende, feste Gebirgsschichten durchschneiden. Die First wird dann einfach in Form eines Gewölbes ausgearbeitet (Fig. 131).

Fig. 131.



Vielfach indessen bedarf es zur Begegnung des Gebirgsdruckes eines mehr oder weniger starken Ausbaues. Die verschiedenen Arten desselben sollen im Folgenden besprochen werden.

309. Holzausbau. — Dieser gewöhnlichste Ausbau ist je nach der Stärke und der Richtung des Druckes mehr oder weniger complicirt. Wenn der Druck unbedeutend ist, kann man sich damit begnügen, in gewissen Abständen zur Unterstützung der Firste Stempel zu stellen (Fig. 132).

Ist die Firste weniger standhaft, so muss man die beiden Stempel durch eine „Kappe" verbinden (Thürstockzimmerung, Fig. 133).

Fig. 132.

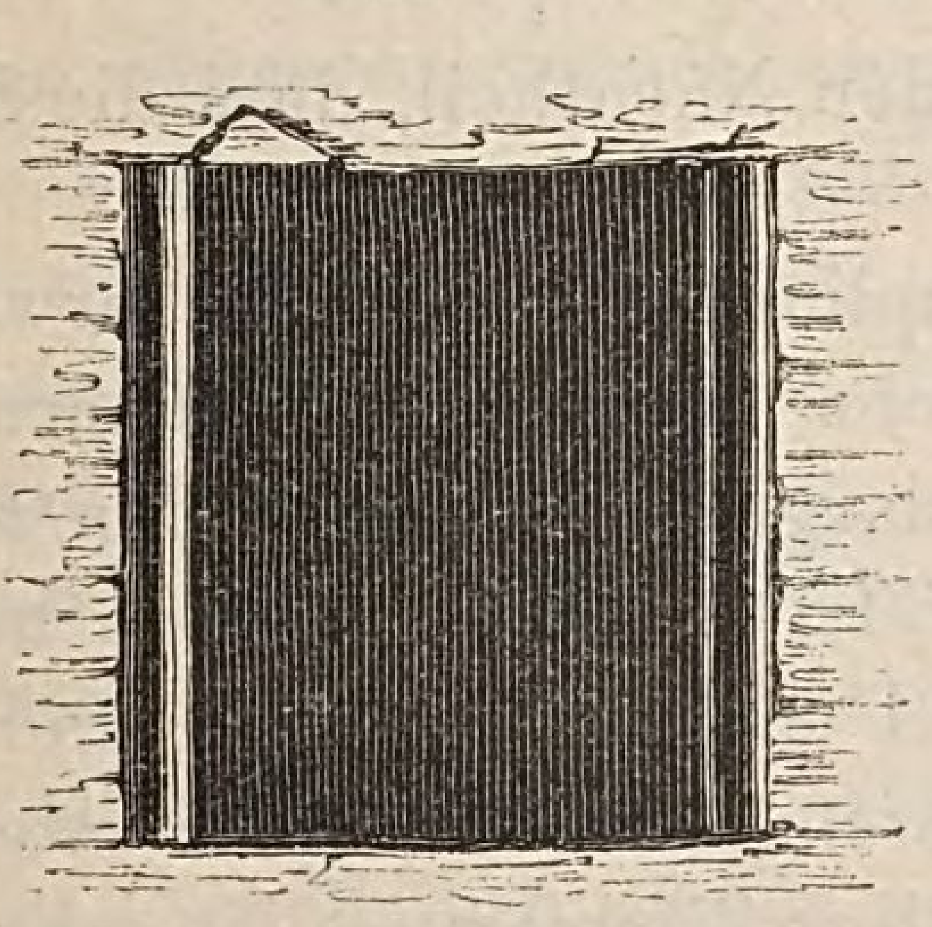
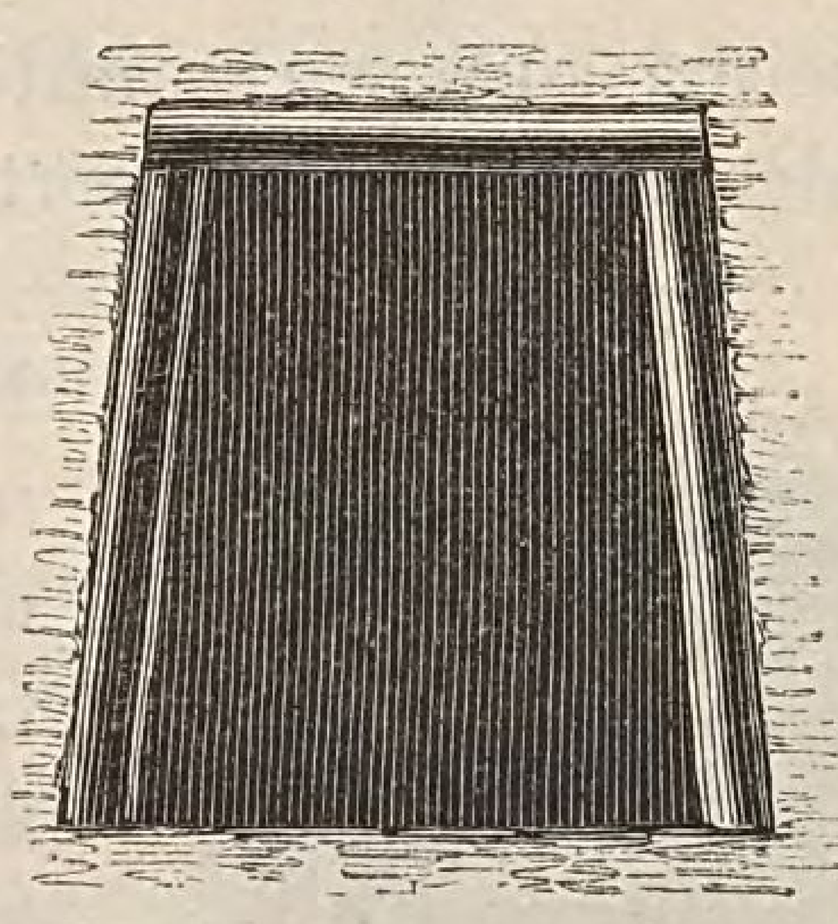


Fig. 133.



Die so entstehenden Gezimmer stellt man je nach Bedürfniss in grösserer oder geringerer Entfernung von einander. Die Entfernung wird oft zu 1 m genommen, nicht selten jedoch muss man die Thürstöcke noch enger oder selbst „Holz an Holz" stellen.

Der Verticaldruck strebt die Kappen zu zerknicken. Man kann diese daher durch in den Ecken angebrachte Streben verstärken

(Fig. 134). Ist hingegen Druck von den Seiten zu erwarten, so hält man die Thürstöcke durch eine horizontale Spreize aus einander (Fig. 135).

Fig. 134.

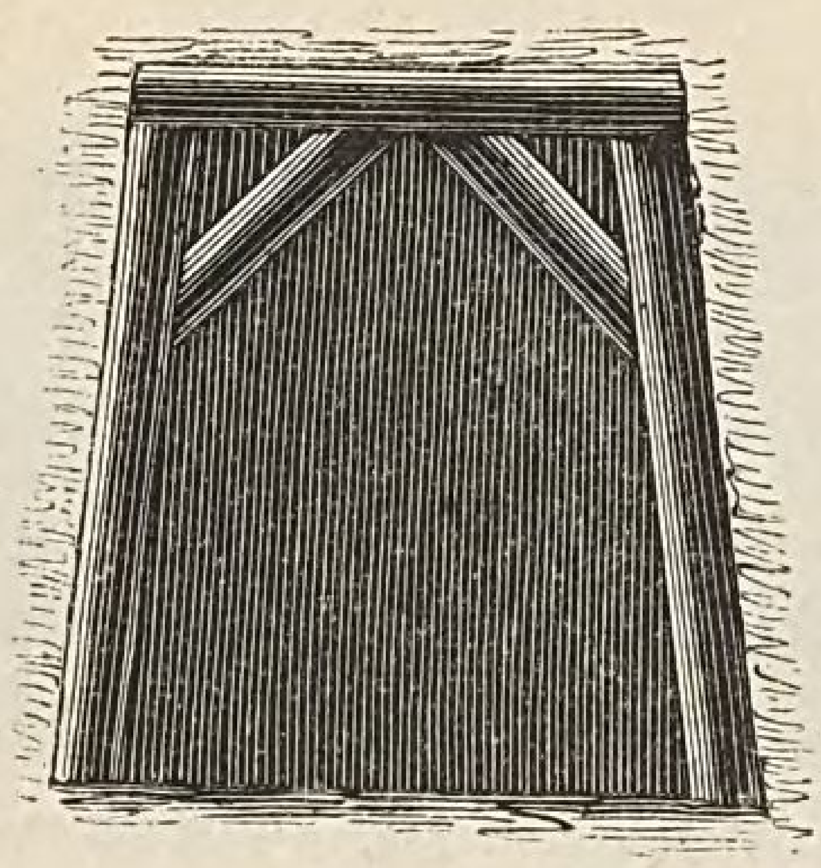
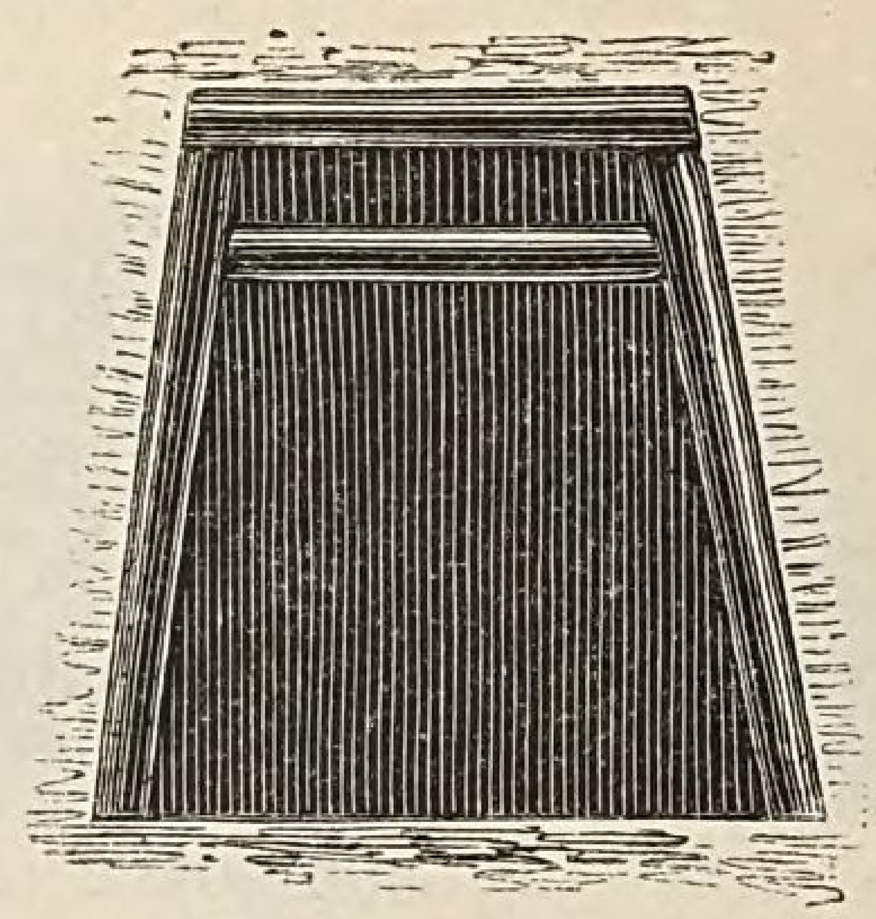


Fig. 135.



Wenn bei einer sehr breiten Strecke das vorerwähnte Mittel zur Verstärkung der Kappe nicht genügt, so kann eine der folgenden Anordnungen getroffen werden:

Das Einfachste ist, die Kappe durch einen dritten, in der Mitte der Strecke stehenden Stempel zu unterstützen (Fig. 136). Dieses Mittel

Fig. 136.

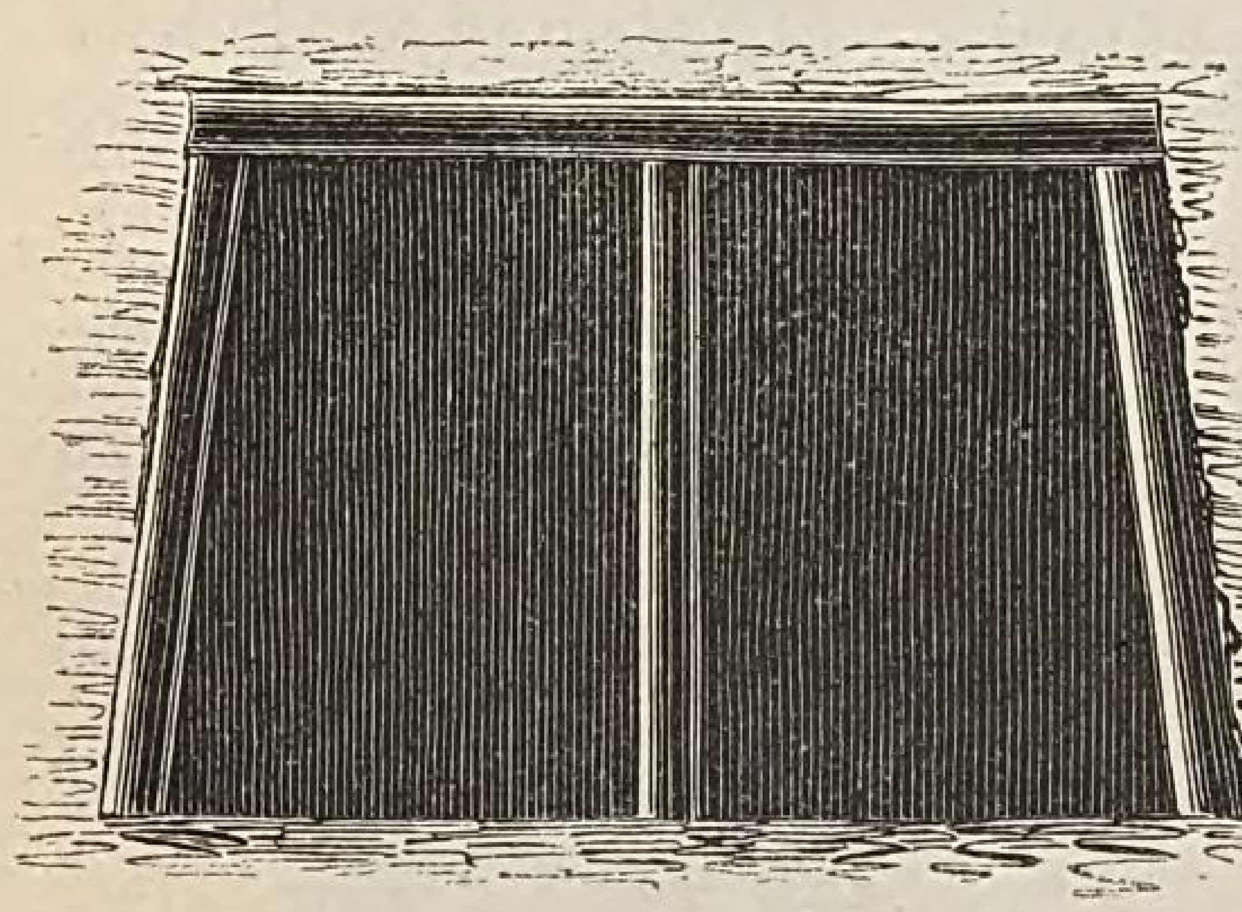
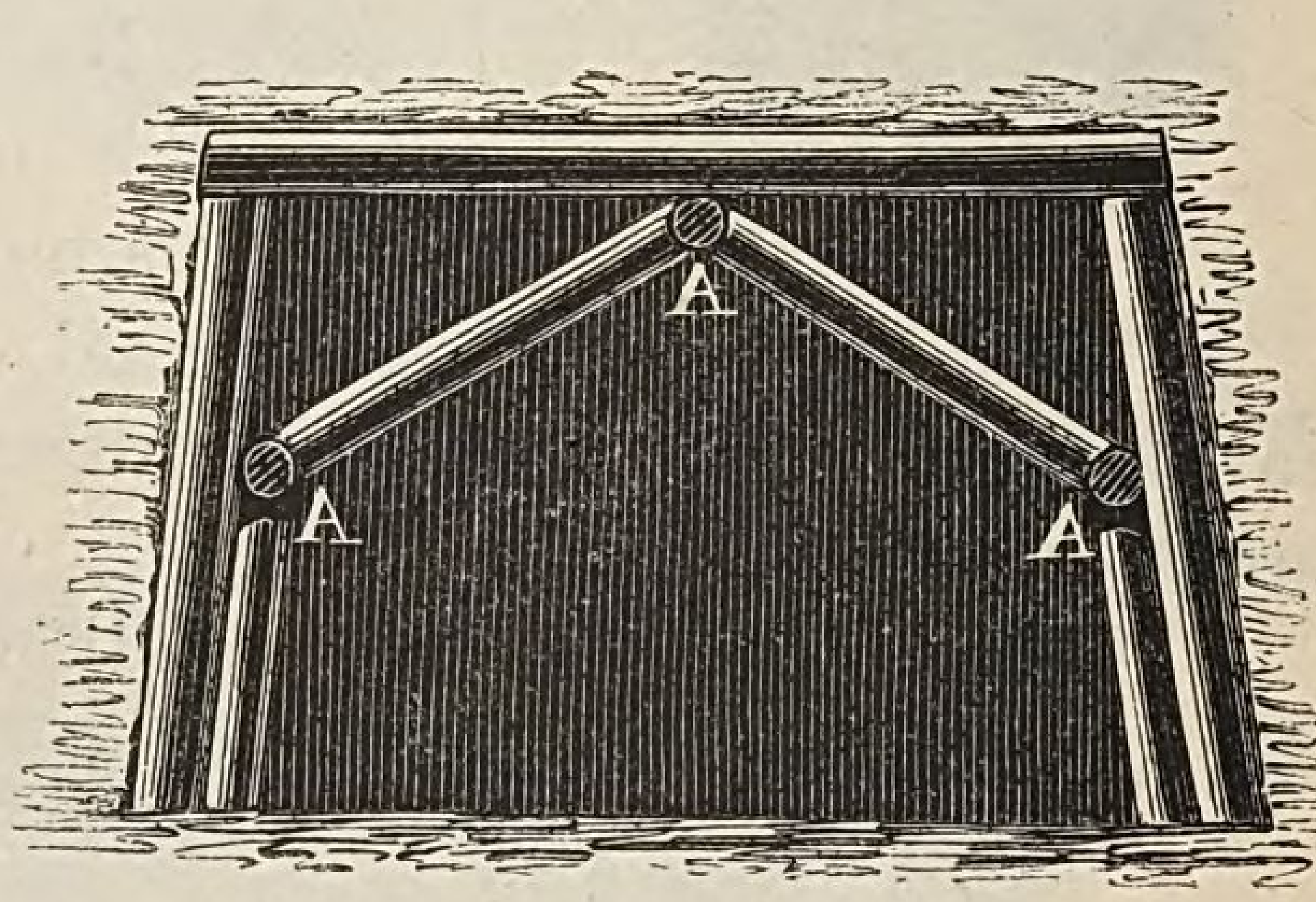
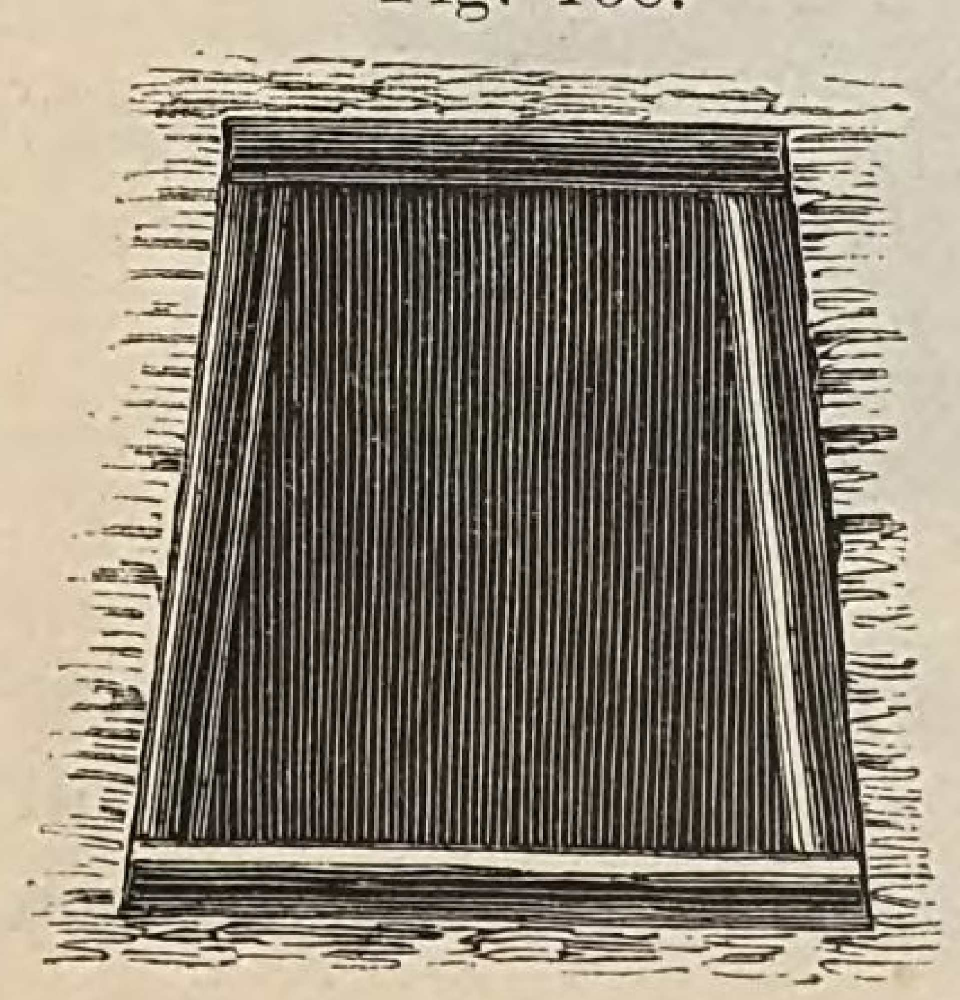


Fig. 137.



ist ausserdem das wirksamste, hat aber den Nachtheil, dass die Strecke mehr oder weniger versperrt wird.

Fig. 138.



Eine complicirtere, aber den erwähnten Nachtheil nicht besitzende Zimmerung ist in Fig. 137 dargestellt. Unter den Kappen und vor den Thürstöcken werden horizontale Hölzer *A* entlang gezogen und durch zwei kurze Stempel und zwei Streben fest verspreizt. Diese Zimmerung ist sehr stark, aber, wie gesagt und wie leicht ersichtlich, etwas complicirt.

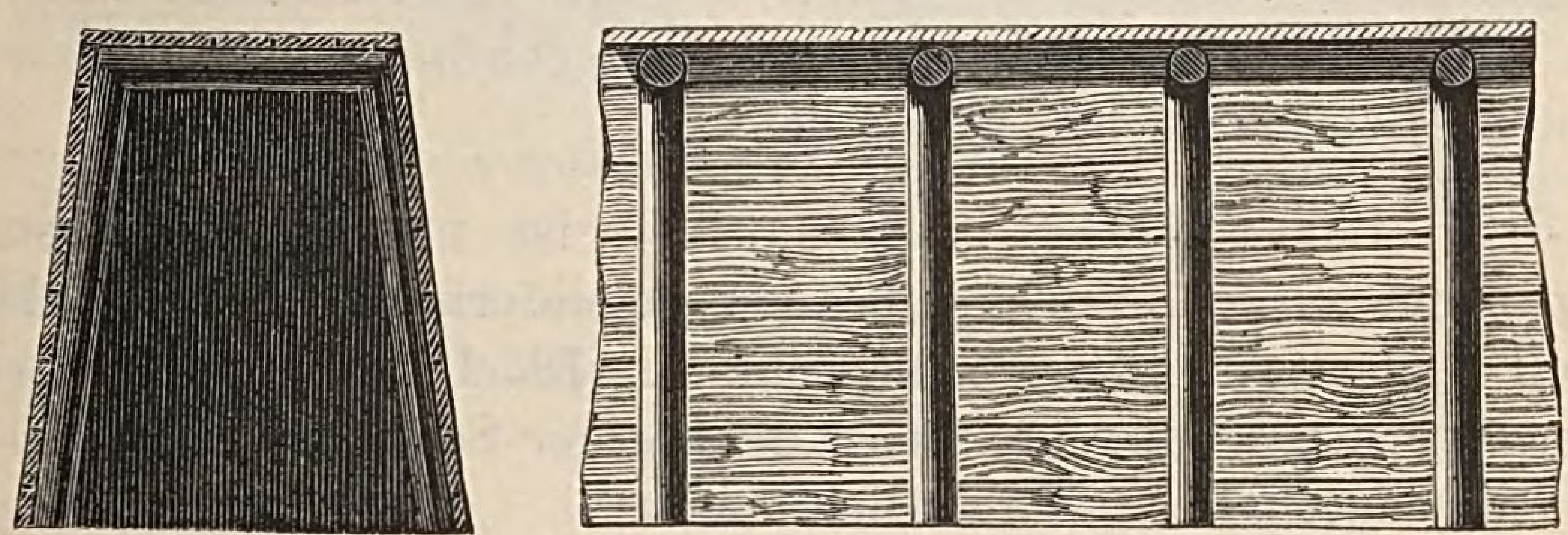
Zuweilen übt auch die Sohle der Strecke Druck aus, sie „quillt“. Man muss dann eine rings geschlossene Zimmerung anwenden, indem man die Thürstöcke auf „Grundsohlen“ aufstellt (Fig. 138).

Diese Grundsohlen können bei zwar nicht quellender, aber gebrächer Sohle auch den Zweck haben, die von oben gedrückten Stempel an dem Eindringen in die Sohle zu verhindern. Dann müssen sie aber so stark sein, dass sie sich nicht nach oben durchbiegen, denn sonst wird die Unterhaltung des Fördergestänges sehr schwierig und so das Mittel womöglich schlimmer als das Uebel.

310. Die vorbeschriebene Zimmerung ist, wenn sie gut gegen das Gebirge verkeilt wird, oft vollkommen ausreichend. In Fällen jedoch, wo das Gebirge brüchig oder bröckelig ist, muss dasselbe zwischen den einzelnen Thürstöcken mehr oder weniger dicht verkleidet werden. Dies geschieht am wirksamsten durch Bohlen, welche dicht bei einander zwischen den Thürstöcken und dem Gebirge untergezogen werden (Verpfählung, Fig. 139).

Etwaige, hinter den Bohlen (Pfählen) verbleibende Hohlräume werden mit Bergen dicht ausgefüllt. Es ist dies eine wesentliche Be-

Fig. 139.



dingung für die Widerstandsfähigkeit des Ausbaues, da sich dadurch ein localer Druck auf eine grössere Fläche vertheilt.

Solche Verpfählung verhindert jene kleinen Brüche aus der Firste oder den Stössen, welche sonst zwischen den einzelnen Thürstöcken so leicht vorkommen und schliesslich auf das Standhalten der ganzen Strecke nachtheilig wirken. Auch vertheilen die Bohlen den Druck gleichmässiger auf die Reihe der Thürstöcke und erhöhen so die Dauerhaftigkeit der letzteren.

Man braucht die Wirkung einer guten Verpfählung nur einmal beobachtet zu haben, um darin solche Vortheile zu finden, dass man sie bei allen Strecken von einiger Wichtigkeit adoptirt. Die Bretter brauchen natürlich durchaus nicht von ausgesuchter Qualität oder auf gleiche Breite geschnitten zu sein. Grob beschnittene Ausschussbretter genügen in der Regel.

311. Zum Verbauen der Querschläge, welche gewöhnlich eine längere Dienstzeit haben als die Strecken im Flötz, nimmt man Eichenholz, da dasselbe stärker und dem Faulen weniger ausgesetzt ist als andere Hölzer. Die Verwendung von Tannen-, Kiefern- oder Birkenholz

ist deshalb auf die Flötzstrecken beschränkt. Buchenholz bricht zu leicht, um einen guten Streckenausbau zu liefern.

Die Hölzer werden rund verwendet, haben 15 bis 20 cm Durchmesser und werden durch einfaches Einkehlen, welches die Arbeiter selbst an Ort und Stelle besorgen, mit einander verbunden *).

312. Man hat versucht, die Haltbarkeit der Hölzer durch Imprägniren mit irgend einer antiseptischen Substanz, wie Theer, Kreosot, Kupfer- oder Eisenvitriol, zu erhöhen. Auf den Gruben zu Commentry sind ausgedehnte Versuche in dieser Richtung gemacht worden. Als sehr empfehlenswerth erwies sich dort, die abgeschnittenen Hölzer einfach 24 Stunden lang in eine Lösung von 150 g Eisenvitriol auf 1 Liter Wasser zu tauchen. Holz, welches so behandelt war, zeigte eine dreimal längere Haltbarkeit als sonst.

Es muss nun aber bemerkt werden, dass die Hölzer in den Kohlengruben viel öfter deshalb ausgewechselt werden, weil sie durch den Gebirgsdruck zerknickt sind, als weil sie faul geworden. Indessen kommt es doch vor, dass die Zimmerung diesem Drucke dauernd widersteht und in solchen Fällen ist ihre Conservirung durch eines der erwähnten Mittel sicherlich zu empfehlen.

313. Der hölzerne Streckenausbau ist noch verhältnissmässig billig, leicht auszuführen und bequem zu unterhalten. Er ist deshalb überall und vorzugsweise gebräuchlich. Die Dienstzeit der Strecken ist auch in der Regel viel kürzer als die der Schächte, für deren Ausbau man dauerhaftere Materialien wählt.

Gleichwohl können Umstände eintreten, welche die Zimmerung ungeeignet erscheinen und andere Ausbaumethoden vorziehen lassen.

Ein solcher Fall ist das Auftreten übermässigen Gebirgsdruckes. Letzterer kann nämlich zuweilen so stark werden, dass alles noch so sorgfältig gestellte Holz zerknickt, nachdem es kaum eingewechselt ist.

Ein zweiter Fall ist der, dass die Strecke eine ausnahmsweise lange Dauer haben soll. In diesem Falle fault das Holz schliesslich in der feuchten Grubenluft, besonders wenn es im ausziehenden Wetterstrome steht. Schon in zwei bis drei Jahren kann die Fäulniss durch und durch gedrungen und jede Widerstandsfähigkeit des Holzes verschwunden sein.

Für diese besonderen Fälle hat man daher stärkere und dauerhaftere Ausbaumethoden, welche im Folgenden betrachtet werden sollen.

314. Ausmauerung. — Strecken können mit Backsteinen oder Bruchsteinen ausgemauert werden. Backsteinmauerung erhält eine

*) Bei uns werden die Hölzer meist roh behauen und durch Verblattung verbunden. Auch kommen an weniger druckhaften Stellen halbirte (der Länge nach durchgespaltene) Stämme zur Anwendung. L.

Stärke von $1^1/_2$ oder 2 Steinen, Hausteinmauerung nur eine solche von 0,25 bis 0,30 m.

Die gewöhnliche Streckenmauerung besteht aus zwei seitlichen Scheibenmauern und einem darauf ruhenden Rundgewölbe. Die Scheiben-

Fig. 140.

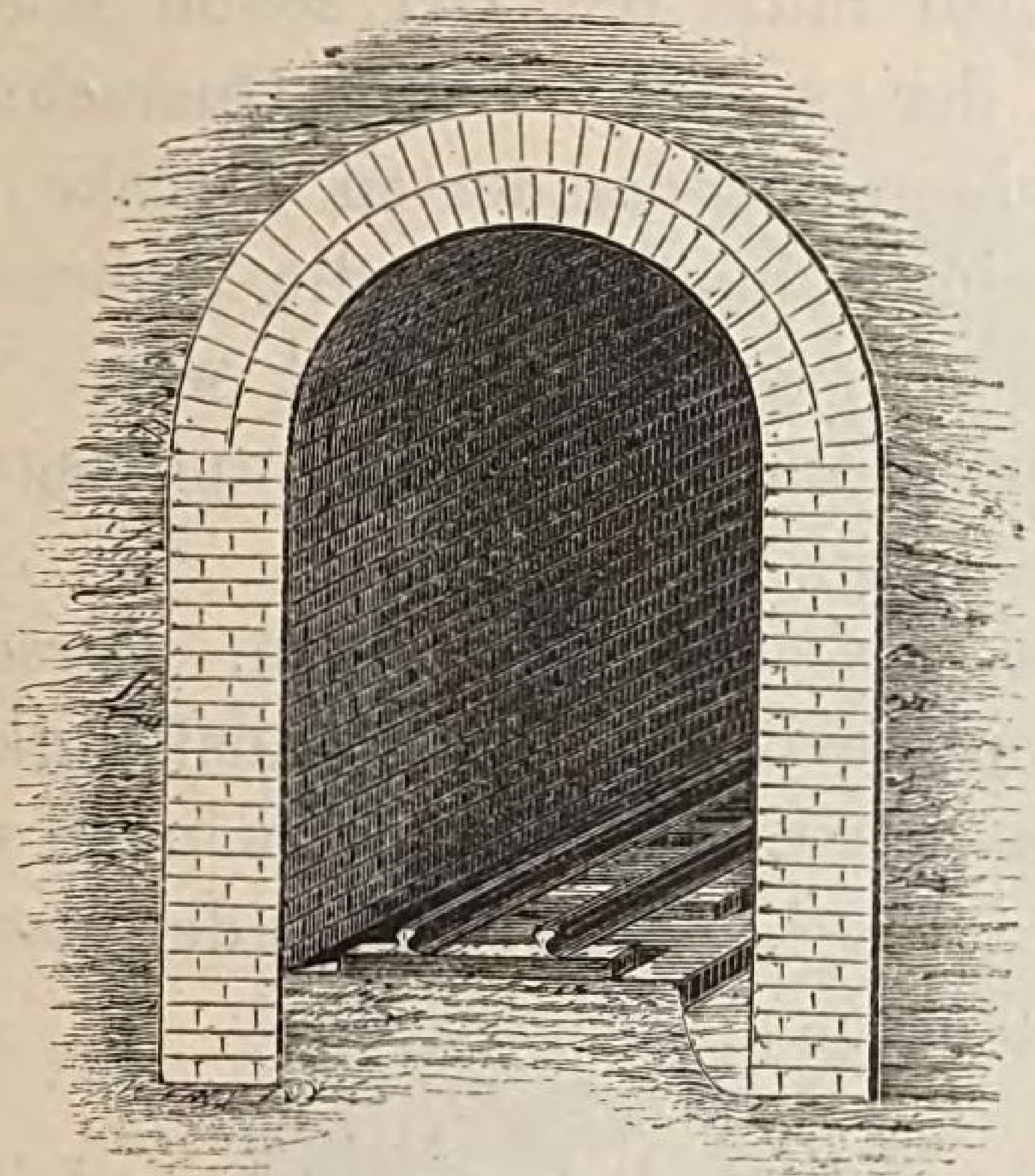
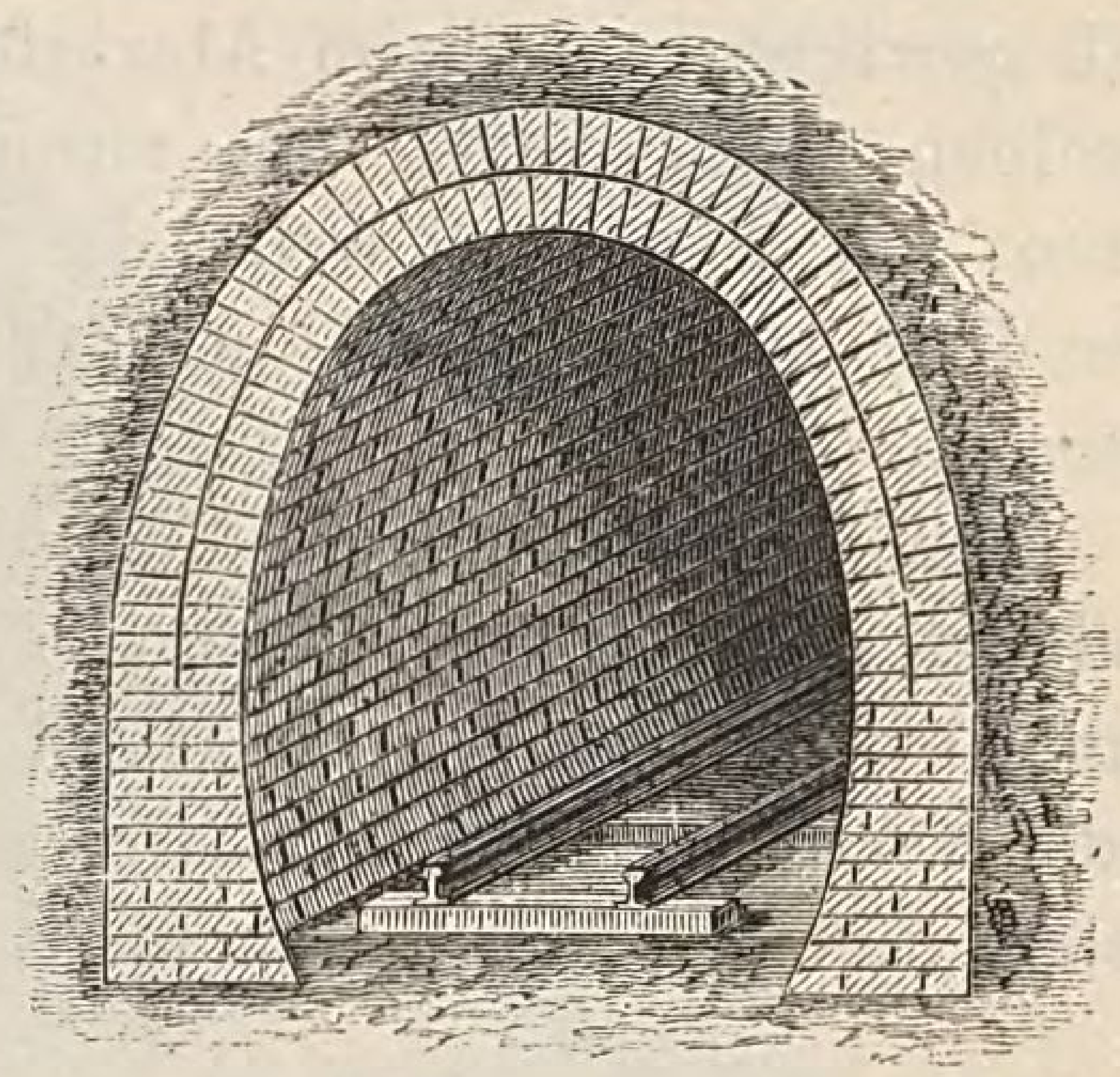


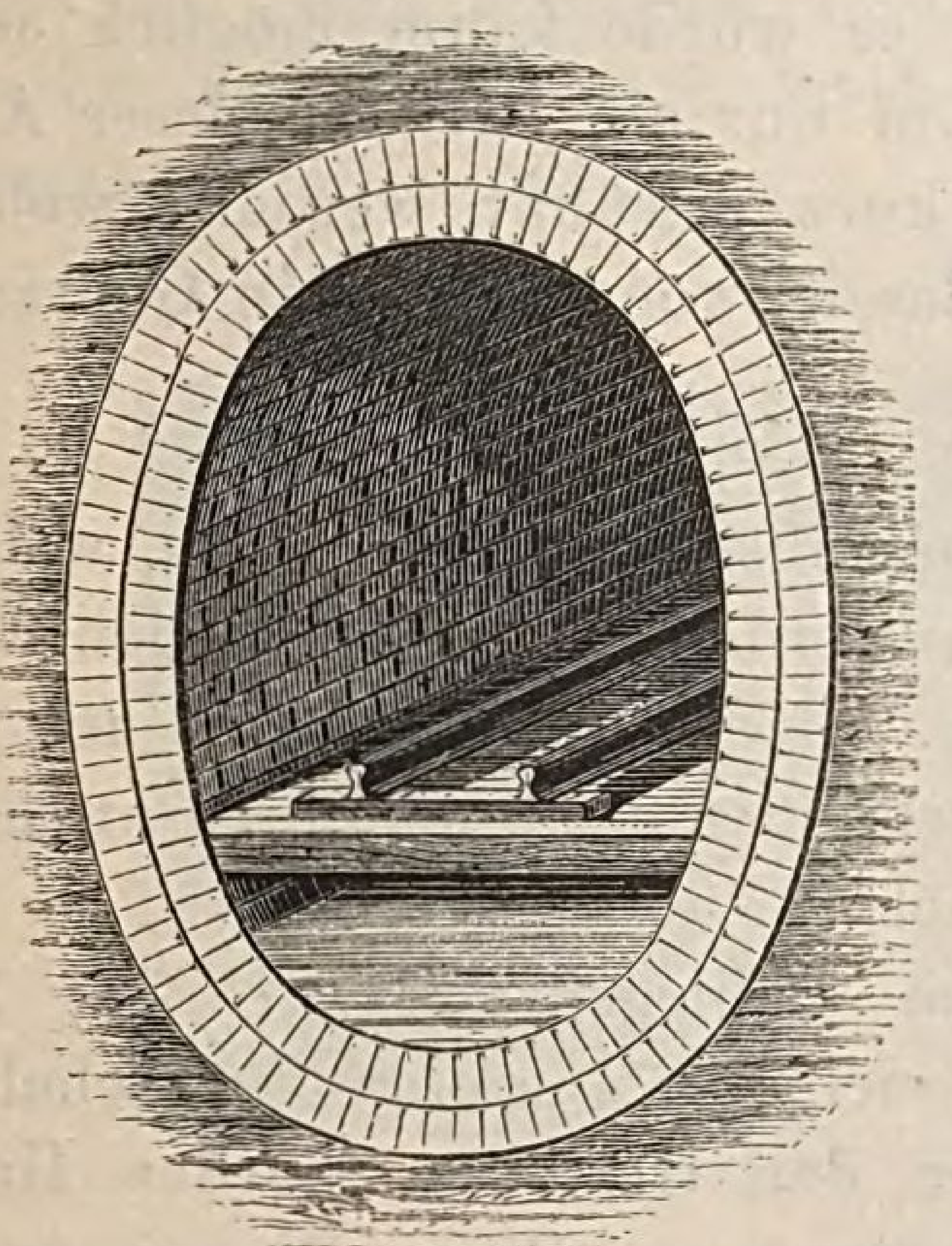
Fig. 141.



mauern sind entweder vertical (Fig. 140) oder leicht nach innen gebogen (Fig. 141).

Zuweilen wählt man einen ovalen Querschnitt, besonders wenn die Strecke viel Wasser abzuführen hat. Die Wasser fliessen dann unterhalb der auf einem Tragewerke hergestellten Schienenbahn (Fig. 142).

Fig. 142.



Die ovale Form hat den Vortheil grösster Widerstandsfähigkeit. Diese letztere nimmt zu, je mehr sich die Form dem Kreise nähert.

315. Die Punkte, auf welche bei der Ausführung dieser Mauerungen Rücksicht genommen werden muss, sind dieselben, welche schon bei der Schachtmauerung erwähnt worden sind. Es sind also Materialien von bester Qualität zu nehmen und der Mörtel ist mit möglichster Sorgfalt zu bereiten. Die provisorische Zimmerung ist mit dem Vorschreiten der Mauerung zu entfernen, Hohlräume dürfen zwischen der Mauerung und dem Gebirge nicht bleiben.

Das Ausmauern geschieht am besten im unmittelbaren Anschluss an das Auffahren der Strecke. Die Maurer arbeiten dann einige Meter hinter den vor Ort beschäftigten Hauern.

316. Eiserner Ausbau. — Der gemauerte Streckenausbau ist zwar sehr wirksam und von einer so zu sagen unbegrenzten Dauer; er hat jedoch folgende Schattenseiten:

Mauerung ist nicht nur an sich kostspielig, sondern sie erfordert wegen ihrer Dicke auch grössere Ortsdimensionen als Zimmerung. Für eine Mauerstärke von zwei Steinen muss das Ort schon 0,50 m höher und 1,00 m breiter sein, als der spätere lichte Querschnitt. Auch gewinnt man beim Abwerfen einer ausgemauerten Strecke aus derselben rein Nichts. Die alten Steine lohnen nicht die Abbruchskosten, am wenigsten wenn die Mauerung gut ausgeführt war. Auf jeden Fall ist der Mörtel und der Arbeitslohn, also die Hauptausgabe, verloren.

Diese Nachtheile sucht der eiserne Ausbau zu vermeiden. Derselbe vereinigt mit geringem Raumbedürfniss grosse Widerstandsfähigkeit. Beim Abwerfen der Strecke lässt sich das Eisen wiedergewinnen und wieder verwenden. Hinsichtlich der Stärke kann allerdings der eiserne Ausbau die Mauerung noch nicht vollkommen ersetzen*).

317. Der eiserne Ausbau besteht gewöhnlich aus Schmiedeisen. Gusseisen ist zu spröde für diesen Zweck. Dennoch haben eiserne Säulen in einzelnen Fällen Anwendung gefunden, namentlich in Füllörtern; der Druck darf jedoch nicht zu stark sein.

Das Schmiedeisen wird vorzugsweise in Form von mehr oder weniger gebogenen Trägern angewendet. In dieser Beziehung sind sehr viele Variationen ausführbar und es würde kaum möglich sein, dieselben sämmtlich zu beschreiben. Um nur ein Beispiel dieser Ausbauweisen zu geben, mag diejenige kurz erwähnt werden, welche im Bassin du Centre (Mons) und im Bassin von Seraing in Gebrauch steht**):

318. Die Gestelle bestehen aus Ausschuss-Vignoleschienen, welche von den Eisenwerken billig abgegeben werden. Diese Schienen sind nach einer ovalen Form gebogen (Fig. 143). Jedes Gestell ist aus drei durch Laschen und Schrauben verbundenen Stücken zusammengesetzt, was den Einbau sehr leicht macht.

Die Gestelle stehen je nach dem Gebirgsdruck 0,75 bis 1 m auseinander. Sie sind verbunden oder vielmehr aus einander gehalten durch horizontale Holzbolzen. Hinter den Gestellen werden Holzknüppel oder besser Brettpfähle untergezogen. Wenn Wasser durch

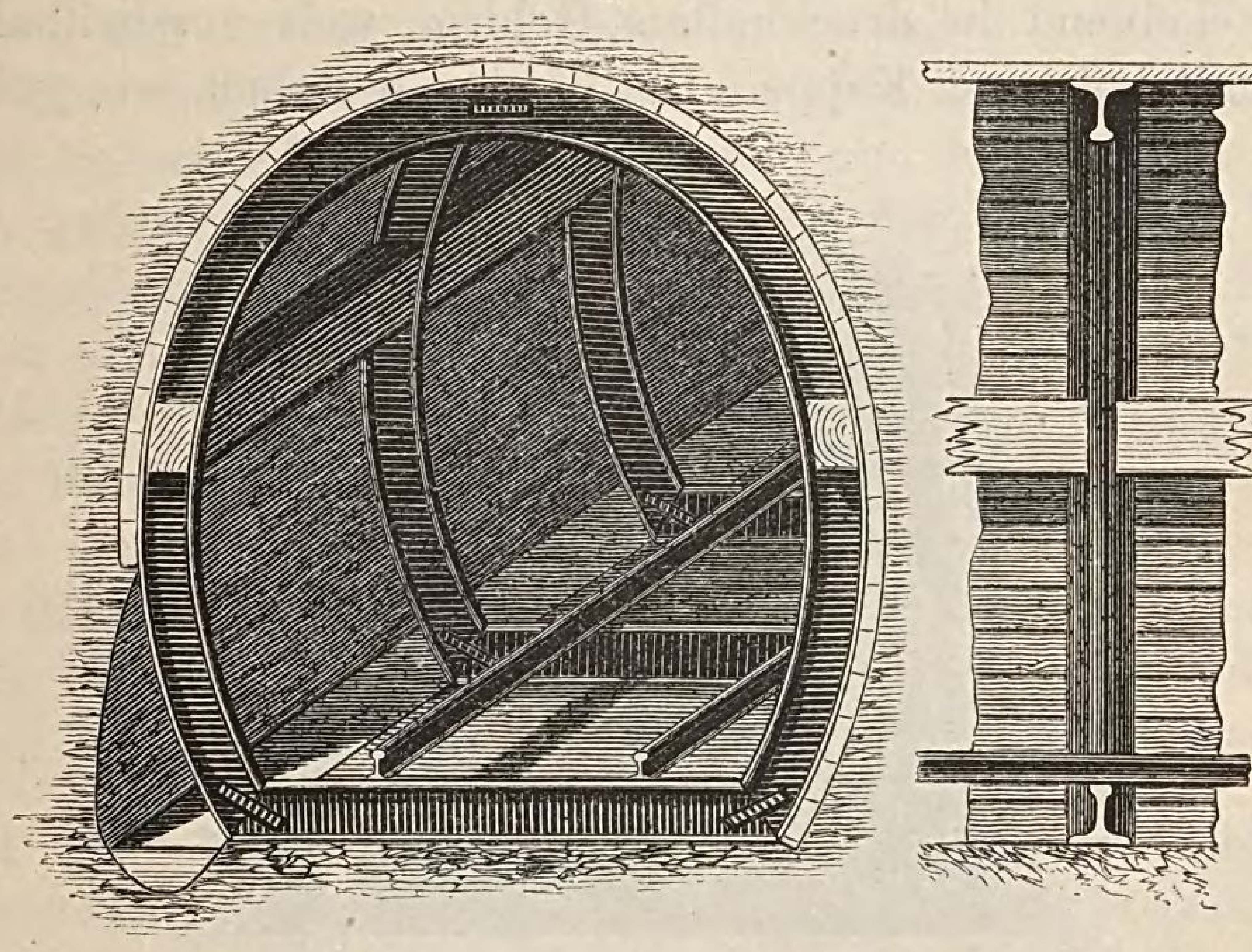
*) Er steht also in der Mitte zwischen Zimmerung und Mauerung und jede der drei Methoden hat ihr besonderes Anwendungsgebiet. L.

**) Vergl. auch Wenderoth, Ueber die Verwendung von Schmiedeisen beim Grubenausbau im Bezirke der Königl. Bergwerksdirection zu Saarbrücken. Preuss. Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen 1878, S. 290. L.

die Strecke fliesst, lässt man die Rösche ausserhalb der Gestelle durchgehen.

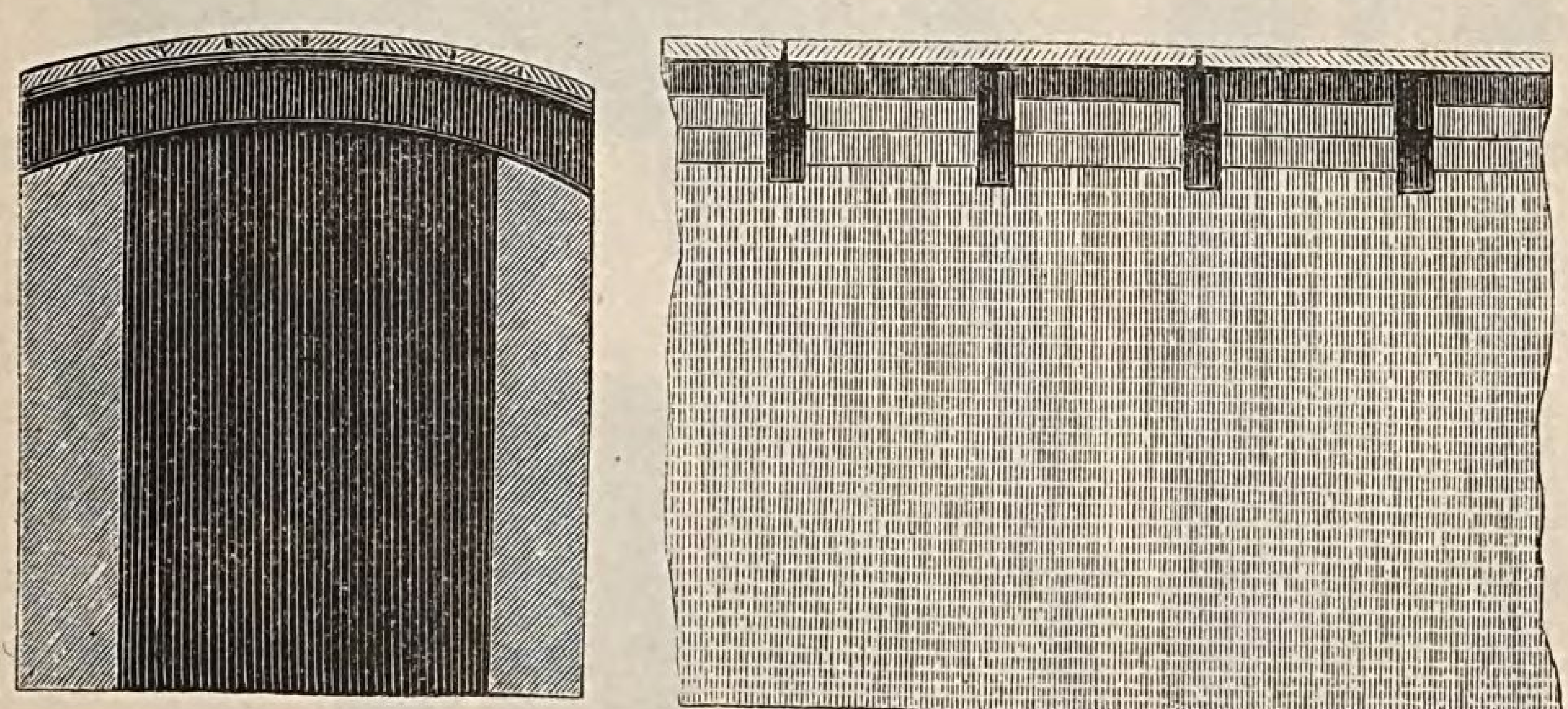
Da bei dieser Variation das untere Schienenstück horizontal liegt, so dient dasselbe zugleich als Schwelle für das Fördergestänge, welches unmittelbar darauf befestigt wird.

Fig. 143.



319. Gemischter Ausbau. — Zuweilen ist ein Ausbau vortheilhaft, welcher aus zweien der drei besprochenen Ausbauarten gemischt ist. Man mauert z. B. zwei seitliche Scheibenmauern auf und verwahrt die Firste statt durch ein Gewölbe durch Holzkappen oder Eisenträger (Fig. 144).

Fig. 144.

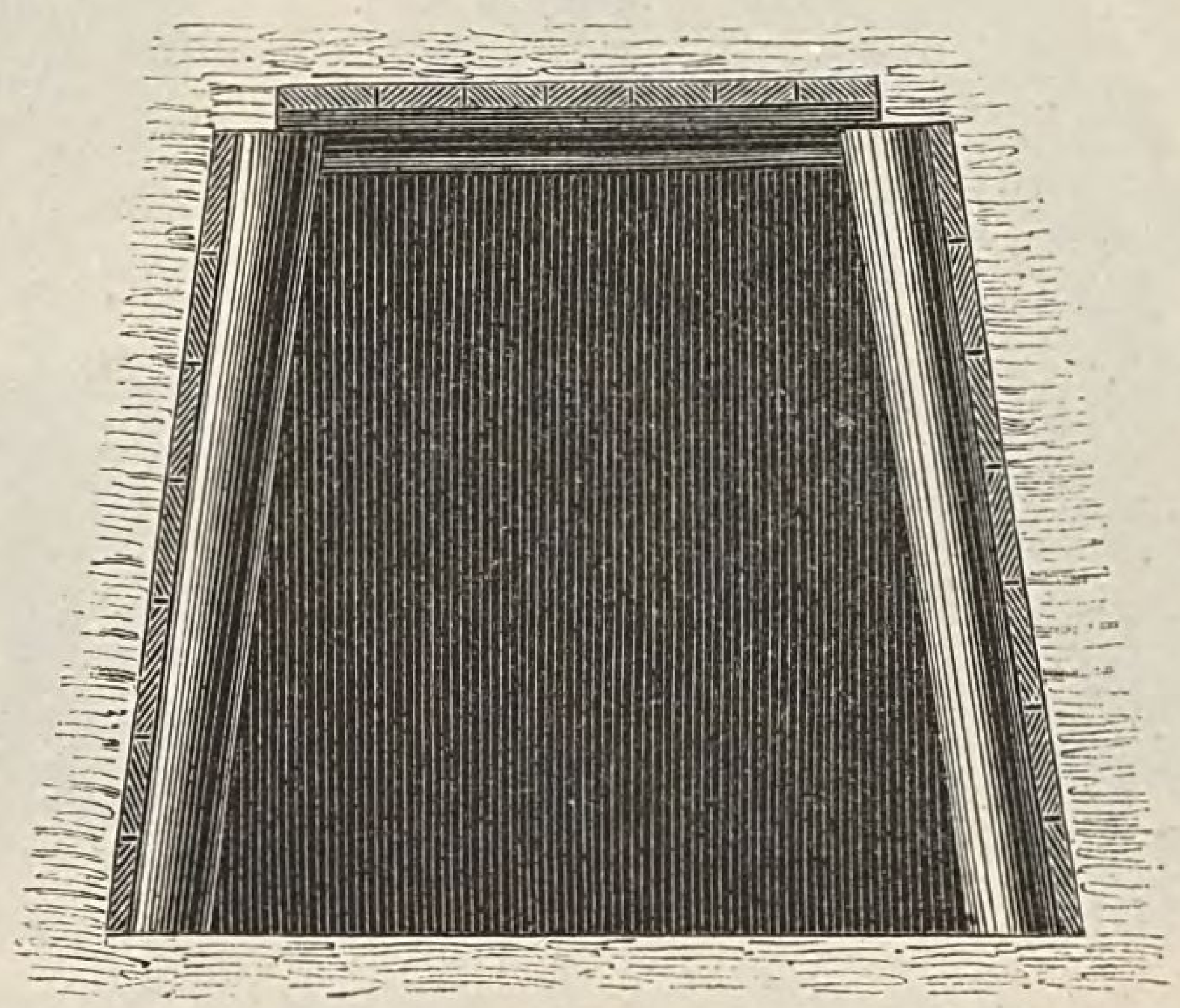


Wählt man Eisenträger, so giebt man denselben zweckmässig eine leichte Biegung nach oben, was ihre Widerstandsfähigkeit erhöht. Der so entstehende Ausbau ist besonders für Füllörter zu empfehlen. Er erfordert weniger Raum und ist womöglich noch stärker als ein Gewölbe. Das Gewölbe verlangt, um seine volle Widerstandsfähigkeit zu äussern, einen gleichmässig auf den ganzen Bogen vertheilten Druck. Diese

Bedingung wird bei Bauwerken über Tage erfüllt, in der Grube hingegen kann in einem gegebenen Moment ein einziger Punkt des Gewölbes den ganzen Druck allein zu tragen haben, das Gewölbe verliert in Folge dessen möglicherweise seine Form und damit seine ganze Widerstandskraft.

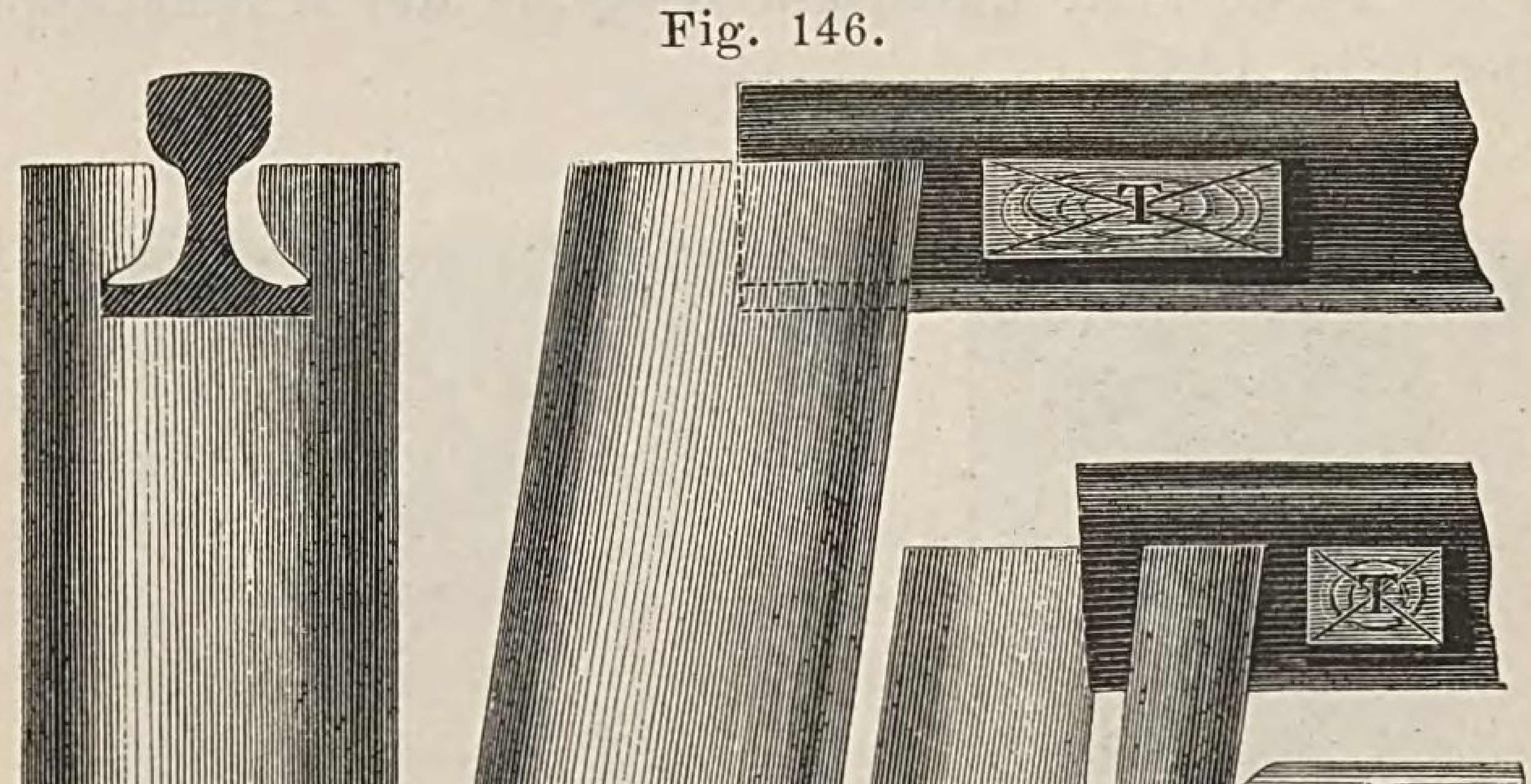
320. Zu Creusot wendet man Thürstücke mit eiserner Kappe an, welche anscheinend in druckhaftem Gebirge weit vortheilhafter sind, als solche mit hölzerner Kappe. Die Pfosten bestehen, wie gewöhnlich,

Fig. 145.



aus Eichenholz, die Kappen aus Ausschuss-Vignoleschienen (Fig. 145 und 146). Die Schiene wird in die Pfosten eingelassen, wie dies die Abbildungen zeigen. Zuweilen wird noch eine Spreize *E* hinzugefügt,

Fig. 146.



um zu verhindern, dass der Pfosten unter dem Druck der Kappe spalte (Fig. 146). Die einzelnen Kappen sind durch horizontale Bolzen *T* mit einander verbunden.

§. 4.

Füllörter.

321. Im Anschluss an die Querschläge ist noch Einiges über die Anlage und den Ausbau der Füllörter zu sagen.

Die Querschläge gehen so, wie sie oben beschrieben sind, nicht direct vom Schachte aus. Zwischen diesem und dem Anfange der Strecke muss ein grösserer Raum zum Aufstossen der geladenen Wagen auf die Fördergerippe, zum Abladen der oft sehr langen Grubenhölzer u. s. w. vorhanden sein *). Dieser Raum zwischen dem Schachte und dem Querschlage heisst Füllort. Er erhält etwa die Breite des Schachtes, die Höhe der Fördergerippe einschliesslich der Zwieselketten und die zur Aufnahme eines oder zweier Förderwagenzüge erforderliche Länge.

Die Höhe nimmt vom Schachte aus ab, so dass sie allmälig in diejenige der Förderstrecke übergeht. Die Sohle ist mit Gussplatten belegt, um das Zurechtschieben und Aufstossen der Wagen zu erleichtern.

322. Es soll hier nicht auf die verschiedenen Dispositionen, welche den Füllörtern gegeben werden können, eingegangen werden. Gegenwärtig beschäftigen uns nur die Methoden, nach denen diese Räume verbaut werden.

323. Der Ausbau der Füllörter muss wegen der hier vorliegenden grossen Dimensionen sehr stark sein. Auch ist die Dienstzeit eines Füllortes in der Regel eine längere Reihe von Jahren und endlich könnte ein Bruch im Füllort oder Gebirgsbewegungen um dasselbe wegen der unmittelbaren Nähe des Schachtes diesen selbst gefährden.

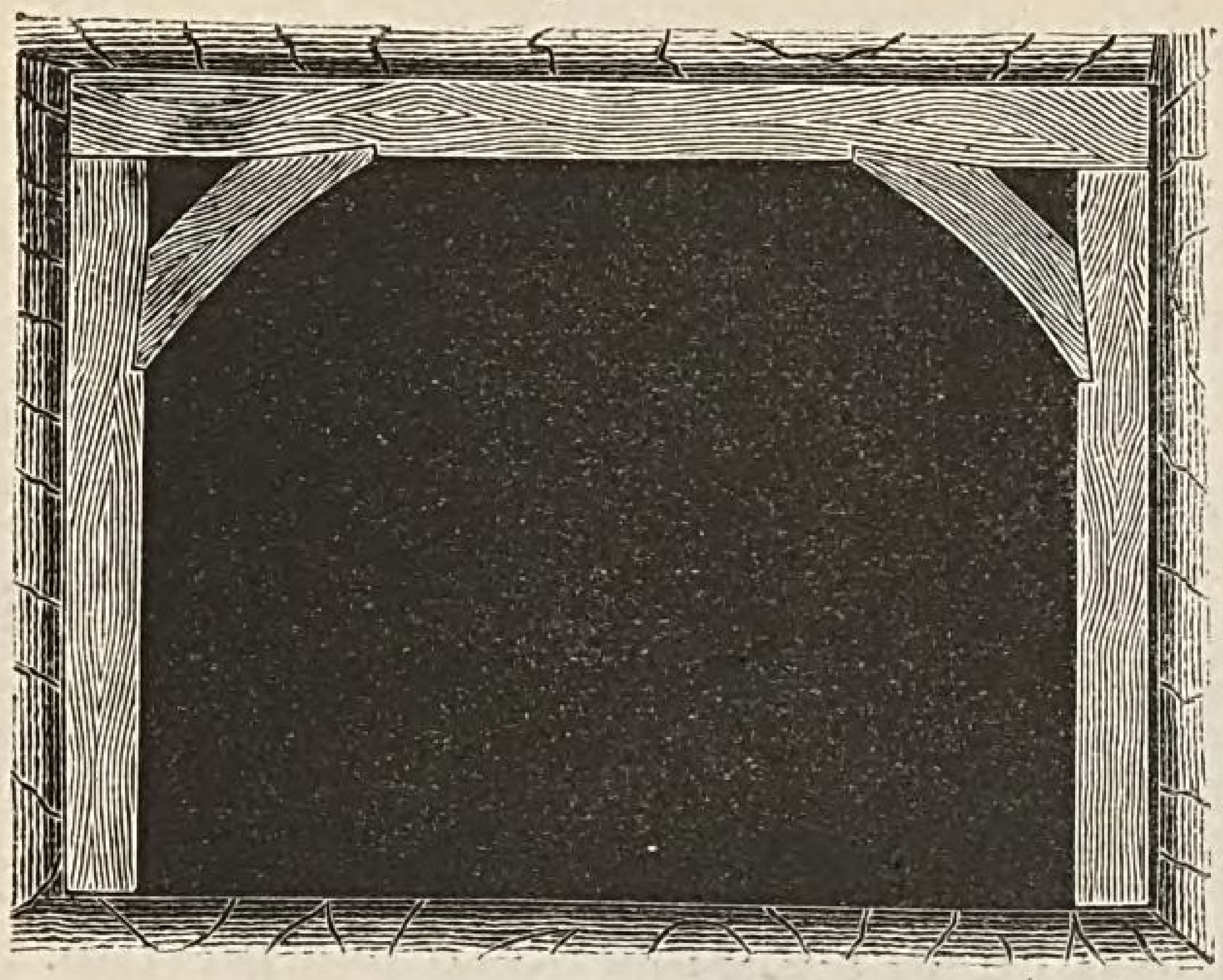
324. Der Ausbau der Füllörter kann aus Holz, Mauerung oder Eisen bestehen oder auch ein gemischter sein.

325. Holzausbau. — Was oben über den Holzausbau in Strecken gesagt ist, gilt in allen Punkten auch für die Füllörter. Nur wird, da die Traglänge der Hölzer hier bedeutend grösser ist, die Zimmerung stets aus beschnittenem, gut verblattetem Eichenholz von stärkstem Querschnitt hergestellt. Die einzelnen Gezimmer stehen sehr nahe bei einander, nöthigenfalls Holz an Holz. Sie werden gegen das Gebirge sorgfältig verkeilt. Zwischen sie und das Gebirge bringt man eine

*) Damit die Bedienung der Förderkörbe eine schnellere ist, geht man ausserdem mit einem „Umbruchsort“ aus dem Füllort oder dem Querschlage auf die andere Seite des Schachtes, so dass die leeren Wagen nach dorthin abgezogen und gleichzeitig die geladenen vom Füllort her aufgestossen werden können. L.

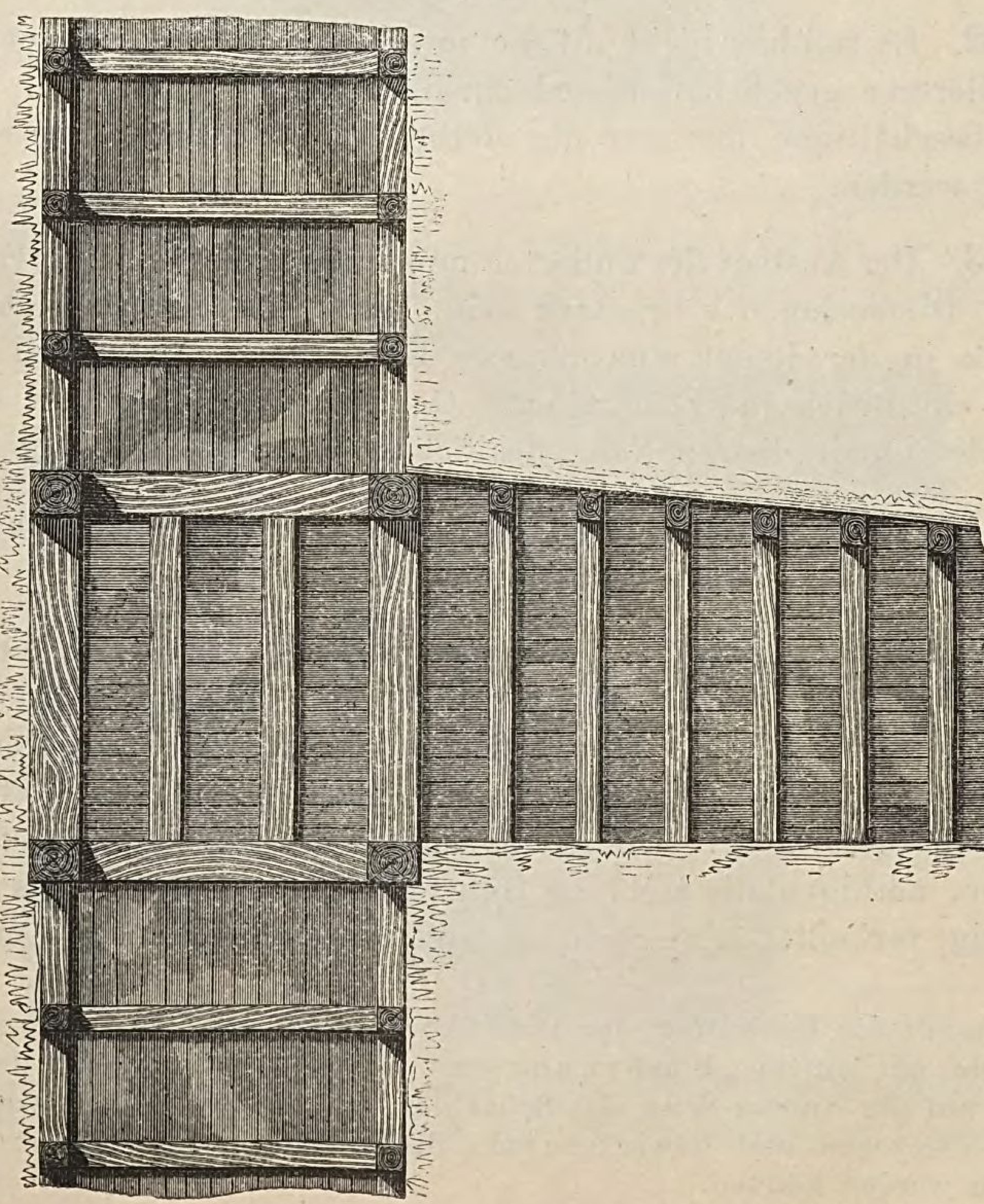
dichte Verkleidung von guten Bohlen. Da die Länge der Kappen beträchtlich ist, so müssen dieselben häufig durch Mittelpfosten unterstützt oder, wenn diese zu sehr hindern würden, durch Streben gegen die Thürstöcke abgesteift werden (Fig. 147). Auch kann man die in Fig. 137 (309) dargestellte Construction wählen.

Fig. 147.



326. Holzausbau wird insbesondere dann angewendet, wenn der Schacht in Holz verbaut ist. In diesem Falle kommt es darauf an, die Zimmerung des Füllortes an diejenige des Schachtes gut anzuschliessen, damit die Sicherheit der letzteren nicht leidet.

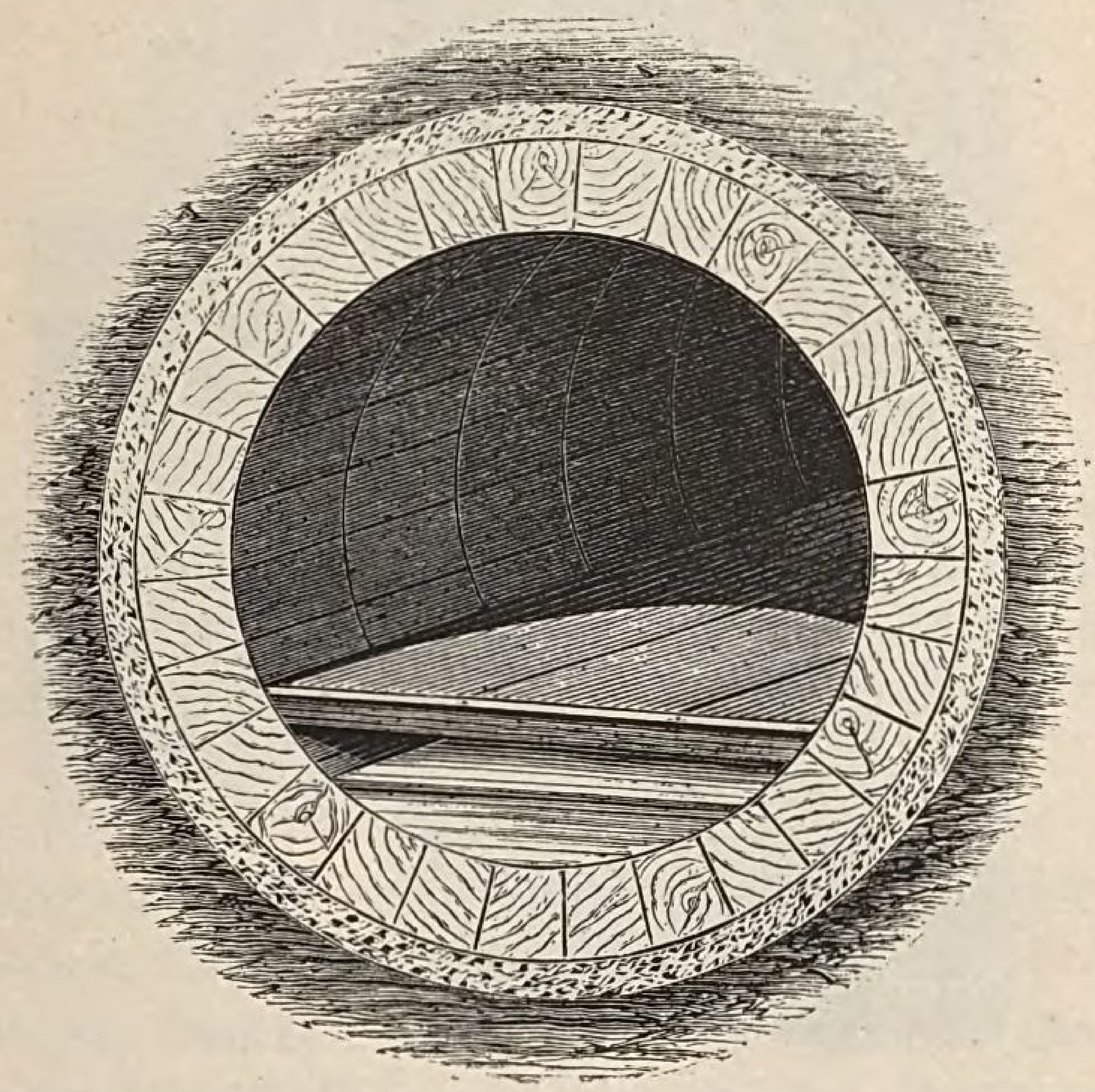
Fig. 148.



Zu diesem Zwecke legt man ins Niveau der Sohle und der Firste des Füllortes zwei äusserst starke, ins Gebirge eingebühnte Schachtgeviere, welche durch hinreichend starke Bolzen mit einander verbunden sind. Diese beiden Geviere bilden dann das Fundament für den oberen Schachtausbau.

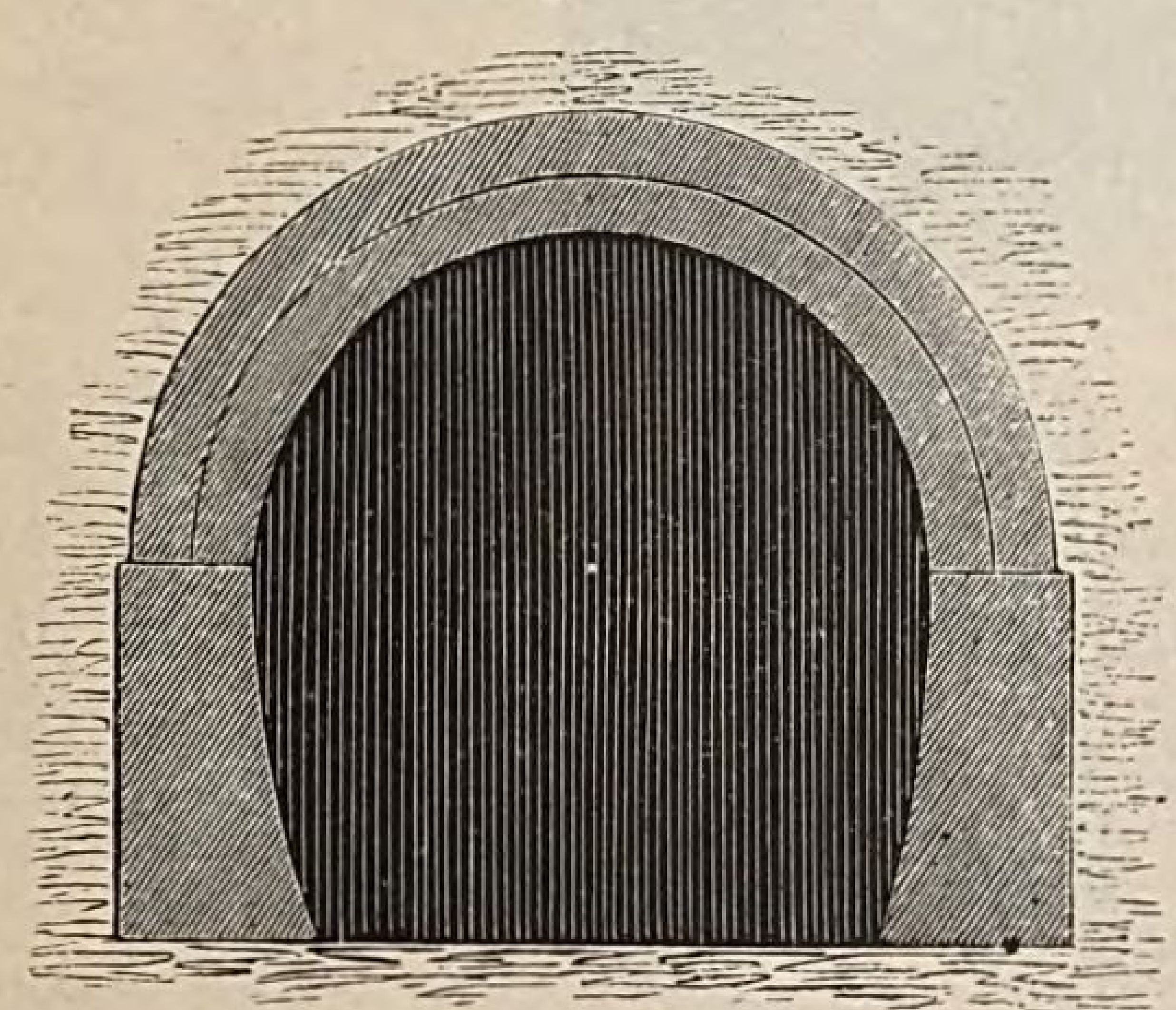
327. In ganz schlechtem Gebirge hat man zum Verbauen der Füllörter mit Vortheil hölzernes Gewölbe angewendet, welches wegen

Fig. 149.



seiner Elasticität den Gebirgsbewegungen besser widersteht als härtere Materialien, wie Backsteine und selbst Hausteine. Fig. 149 veranschaulicht diese Ausbauweise hinlänglich. Der Raum zwischem dem Holzgewölbe und dem Gestein wird mit Beton ausgefüllt.

Fig. 150.

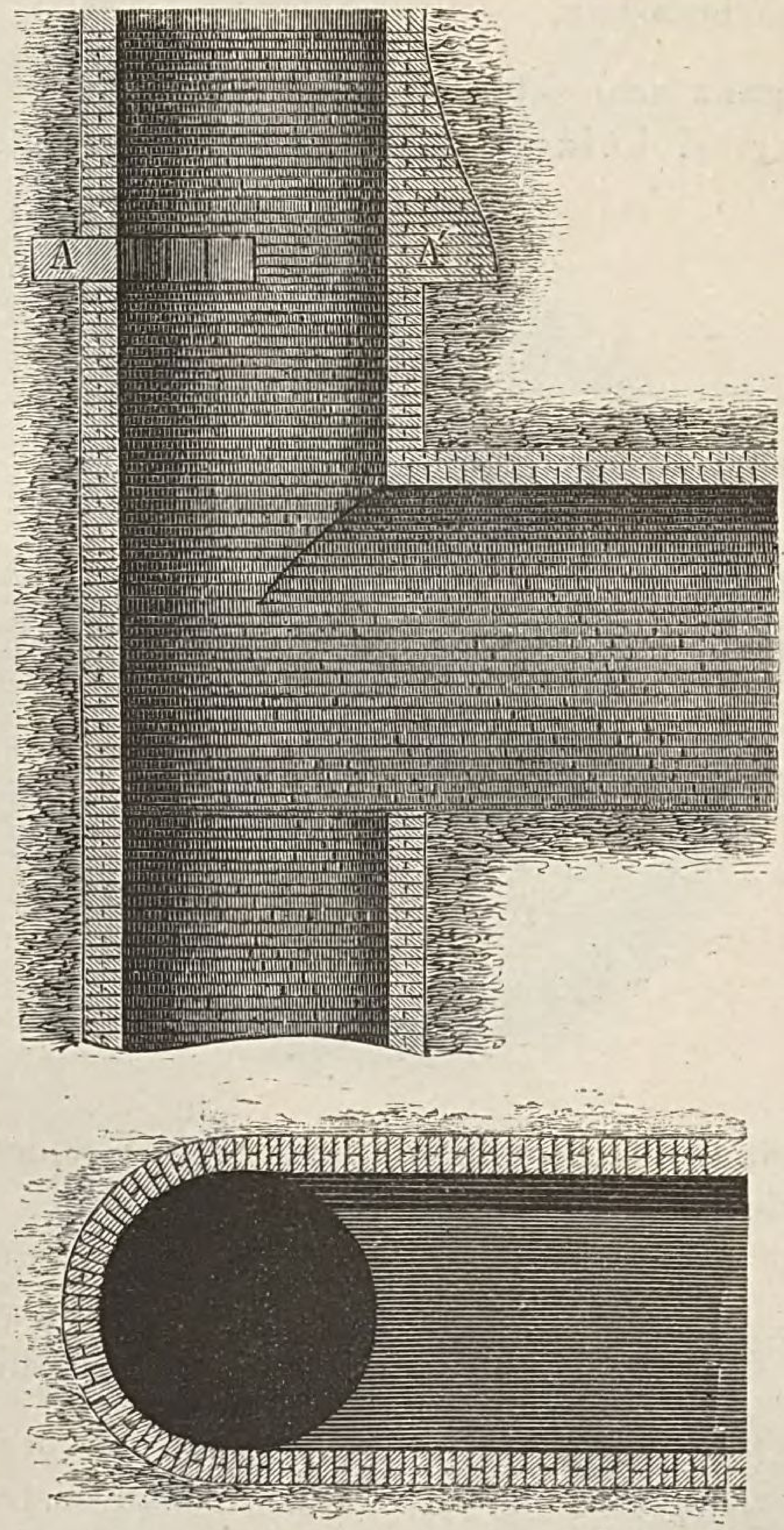


328. Ausmauerung. — Der Mauerausbau besteht bei Füllörtern immer aus zwei Scheibenmauern und einem Gewölbe. Die Scheibenmauern sind zwei bis sogar drei Steine stark zu machen. Das Gewölbe besteht in der Regel aus zwei selbständigen Schichten. Die Seiten erhalten oft zu ihrer Verstärkung eine leicht gebogene Form (Fig. 150).

329. Mauerung wird vorzugsweise dann gewählt, wenn der Schacht selbst ausgemauert ist. Fig. 151 (a. f. S.) lässt ersehen, wie die Mauerung des Füllortes an diejenige des Schachtes angeschlossen wird. Um den

vorderen Theil des Gewölbes nicht zu überlasten, thut man gut, das Gewicht der Schachtmauer einige Meter über dem Füllorte durch einen Mauerfuss von Hausteinen (A) oder von Backsteinen (A') abzufangen.

Fig. 151.

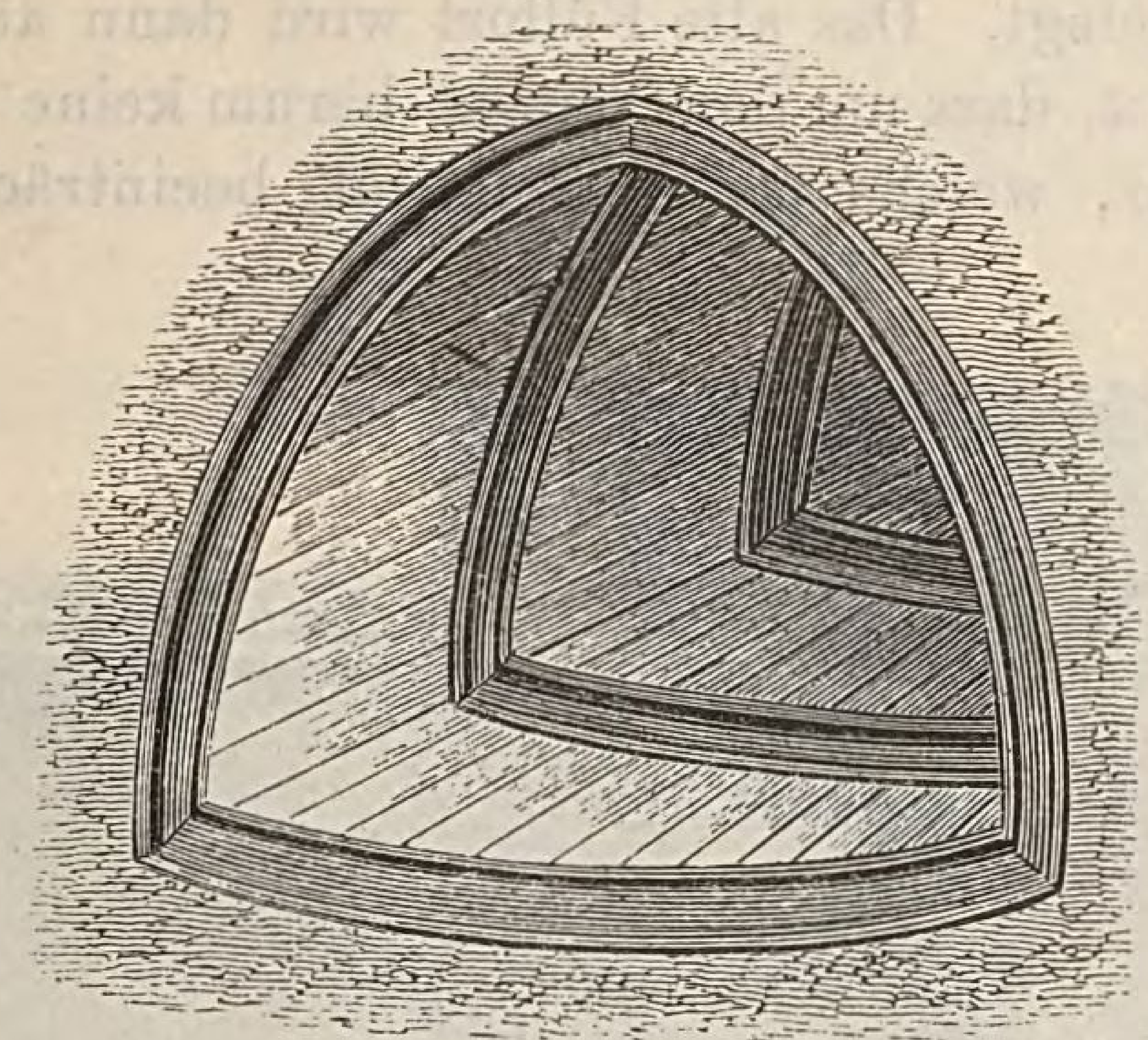


330. Bei starkem Gebirgsdruck ist es besser, das Füllort mit Hausteinen auszumauern. Die Gewölbe und Scheibenmauern aus Backsteinen widerstehen grösserem Drucke schlecht, zumal wenn derselbe nicht gleichmässig vertheilt auftritt. Mit Hausteinen erzielt man bei gleicher Dicke eine viel grössere und eine dauernde Widerstandsfähigkeit. Allerdings ist dieser Ausbau sehr theuer.

331. Eiserner Ausbau. — Reiner Eisenausbau ist für Füllörter wenig gebräuchlich. Zuweilen, wenn der Druck nicht sehr stark ist, kann man gusseiserne Säulen und darauf ruhende schmiedeiserne Träger anwenden, wie dies in Deutschland und England stellenweise geschieht.

Fig. 152 stellt ein Beispiel eines ganz in Eisen verbauten Füllortes dar, welches in Westfalen angetroffen wurde. Die Construction

Fig. 152.



ist einfach und solide. Jedes Gestell besteht aus drei Doppel-T-Trägern von 12 cm Höhe und 8 cm Breite, welche gebogen und mit Laschen verbunden sind.

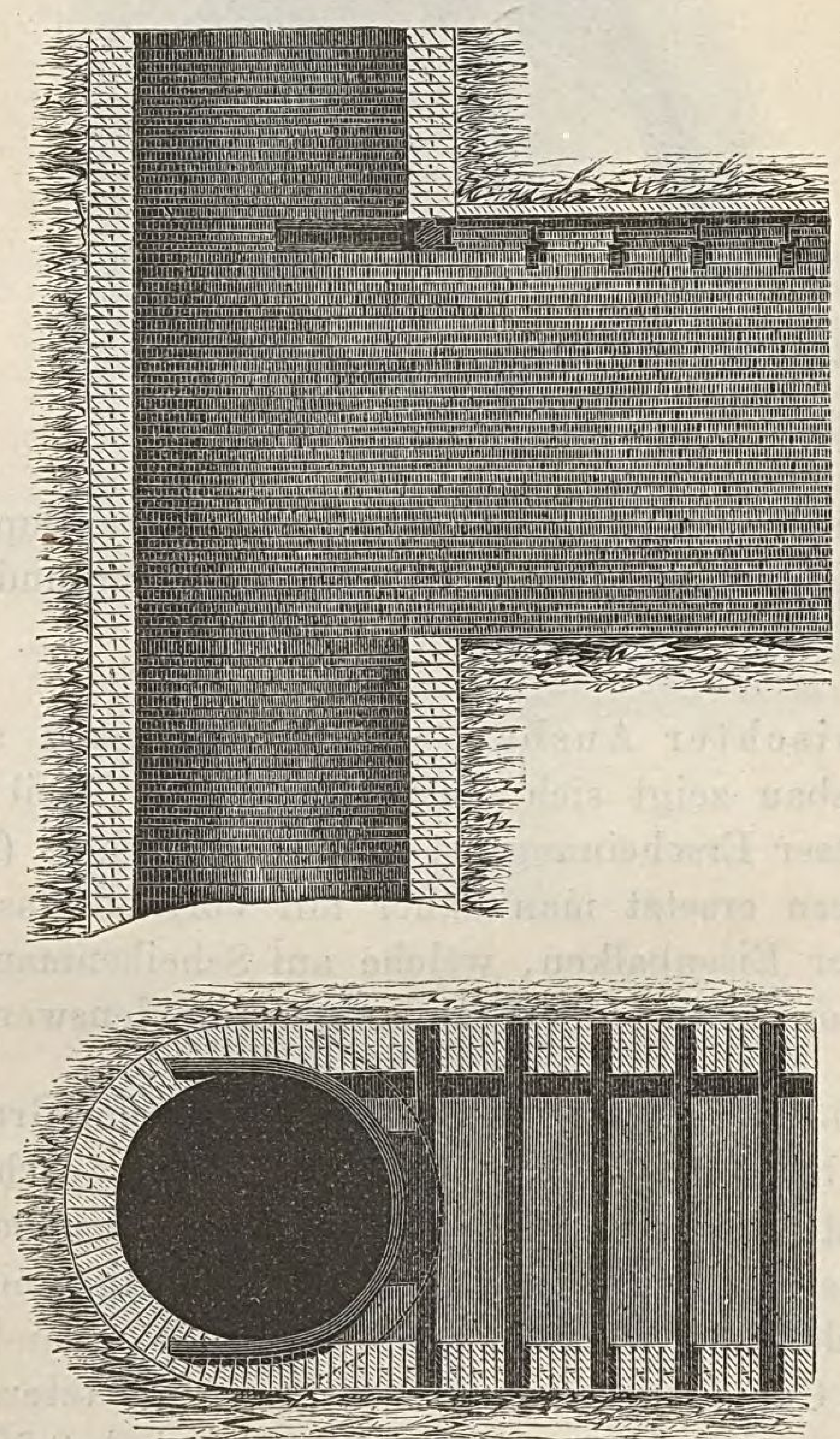
332. Gemischter Ausbau. — Bei dem ganz aus Mauerung bestehenden Ausbau zeigt sich als zerstörbarsten Theil das Gewölbe. Die Ursache dieser Erscheinung ist schon angedeutet (320). Gerade bei den Füllörtern ersetzt man daher mit Vortheil das Steingewölbe durch Holz- oder Eisenbalken, welche auf Scheibenmauern aufruhen. Diese Construction ist in jeder Beziehung empfehlenswerth.

333. Fig. 153 (a. f. S.) stellt den Füllortausbau der Gruben Marihaye und Espérance bei Seraing dar. Zum Tragen der Schachtmauerung bis zu dem entlastenden Mauerfusse dienen ein nach dem Schachtumfange gebogener und der vorderste der zum Füllort gehörigen eisernen Träger. Beide sind durch einen eisernen Schuh fest mit einander verbunden und mit starken Gusseisenplatten überdeckt. Auf letzteren erhebt sich die Schachtmauer. Die Träger des Füllortes sind 0,20 m hoch und 0,10 m breit; sie erhalten eine leichte Wölbung nach oben, um mehr tragen zu können. Ihr gegenseitiger Abstand beträgt 0,50 bis 0,60 m. Zwischen den Trägern und der Firste werden dicht zusammenliegende Brettpfähle oder Blechplatten untergezogen. Auf anderen Gruben finden sich statt der Träger Ausschuss-Vignoleschienen verwendet. Dieselben liegen dann in geringeren Abständen.

334. Die hier beschriebenen Ausbaumethoden finden in allen Stücken auch bei den sonstigen grösseren Räumen in der Grube Anwendung, z. B. bei Pferdeställen, Maschinenräumen u. s. w.

335. Die Dienstzeit der Füllörter ist zwar verhältnissmässig lange, aber doch bestimmt abgegrenzt. Wenn die betreffende Sohle abgebaut ist, wird eine tiefere in Angriff genommen und dort ein neues Füllort angelegt. Das alte Füllort wird dann abgeworfen, wobei Sorge zu tragen ist, dass um den Schacht herum keine nutzlosen hohlen Räume verbleiben, welche seine Solidität beeinträchtigen könnten.

Fig. 153.



Der Zugang zu dem Füllort wird deshalb in gehöriger Stärke und nach der Form des Schachtes zugemauert und der Rest des Raumes dicht mit Bergen ausgesetzt.

Wenn das Füllort der alten Sohle noch eine Zeit lang zur Fahrung dienen soll — was öfters vorkommt — so wird vorläufig noch eine gemauerte Strecke in demselben ausgespart, die aber später ebenfalls zugesetzt und vermauert wird.

Achtes Capitel.

Die Schiessarbeit.

336. Das Sprengen mit Pulver ist allgemein beim Grubenbetriebe üblich. Es wird nicht nur zum Schachtabteufen und Querschlagsbetriebe, sondern auch zum Auffahren der Strecken im Flötz und häufig selbst beim Abbau angewendet.

Der Gebrauch dieses für den Bergbau unentbehrlichen Hülfsmittels bringt jedoch, sei es unmittelbar, sei es durch Veranlassung von Schlagwetterexplosionen, bemerkenswerthe Gefahren mit sich. Seine Anwendung erfordert daher die sorgfältigste Beobachtung zahlreicher Vorsichtsmaassregeln, welche nachstehend besprochen werden sollen.

337. Das Princip der Schiessarbeit besteht darin, dass in das Gestein ein Loch von 3 bis 4 cm Durchmesser und 0,60 bis 1 m Tiefe gebohrt und in seinem unteren Theile mit Pulver angefüllt wird. Dieses Pulver wird in dem Loche durch einen darauf gebrachten Besatz eingeschlossen, durch welchen letzteren ein Zünder hindurchgeht. Indem nun mittelst dieses Zünders das Pulver entzündet wird, entsteht am Ende des Bohrloches eine äusserst starke Expansionskraft, welche das Gestein oder die Kohle spaltet und zerreisst.

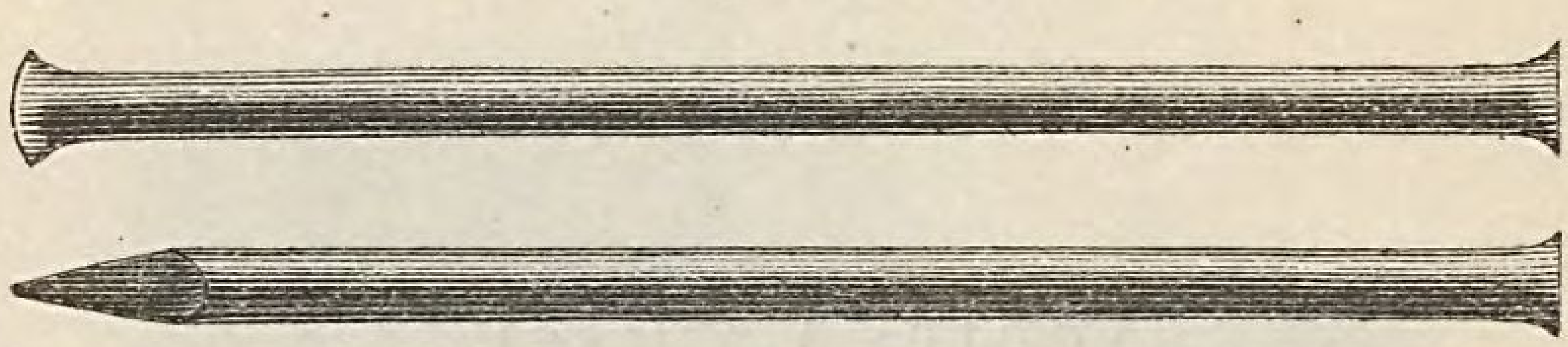
Die Arbeit zerfällt somit in zwei Theile, in das Bohren des Loches und in das Besetzen und Wegthun desselben.

338. Die Bohrarbeit. — Das Bohren der Sprenglöcher geschieht entweder von Hand oder mit Maschinen. Hier soll zunächst nur das Bohren von Hand betrachtet werden, welches noch die Regel bildet.

Das Hauptgezähe ist der Bohrer, eine runde oder öfter noch (des besseren Anfassens wegen) polygonale Stange von Eisen oder Stahl, welche an dem einen Ende eine Meisselschneide zum Eindringen in

das Gestein, an dem anderen Ende einen flachen Kopf zum Daraufschlagen mit einem Hammer besitzt. Um die Arbeit zu erleichtern, ist die Schneide etwas breiter als der Durchmesser der Stange. Dieser letztere beträgt $^2/_5$ bis $^3/_4$ der Meisselbreite (Fig. 154). In Folge dessen bleibt das Instrument nicht so leicht in dem Loche stecken.

Fig. 154.



Die Ausführung der Arbeit ist höchst einfach: ein Arbeiter hält den Bohrer und setzt ihn, während er selbst oder ein zweiter Arbeiter mit dem Hammer (Fäustel) darauf schlägt, fortwährend um, so dass nach und nach alle Theile des Bohrlochbodens von der Schneide getroffen werden.

Wie das Bohrloch tiefer wird, werden nach der Reihe zwei oder meist sogar drei verschiedene Bohrerlängen angewendet. Zuerst werden die kürzesten und zum Schluss die längsten Bohrer gebraucht. Mit der zunehmenden Länge der Bohrer lässt man die Breite der Meisselschneide um eine Kleinigkeit abnehmen, damit die Bohrer immer leicht bis auf den Boden des Bohrlochs eingeführt werden können.

339. Das Bohren geschieht „ein- oder zweimännisch“. Beim einmännischen Bohren hält der Hauer mit der einen Hand den Bohrer und führt mit der anderen das Fäustel. Beim zweimännischen Bohren hält ein Arbeiter mit beiden Händen den Bohrer und ein zweiter führt, ebenfalls mit beiden Händen, das Fäustel. Zuweilen endlich, jedoch selten, schlagen zwei Arbeiter abwechselnd mit dem Fäustel, während ein dritter den Bohrer hält und umsetzt. Beim einmännischen Bohren beträgt der Durchmesser des Loches nur etwa 25 bis 35 mm.

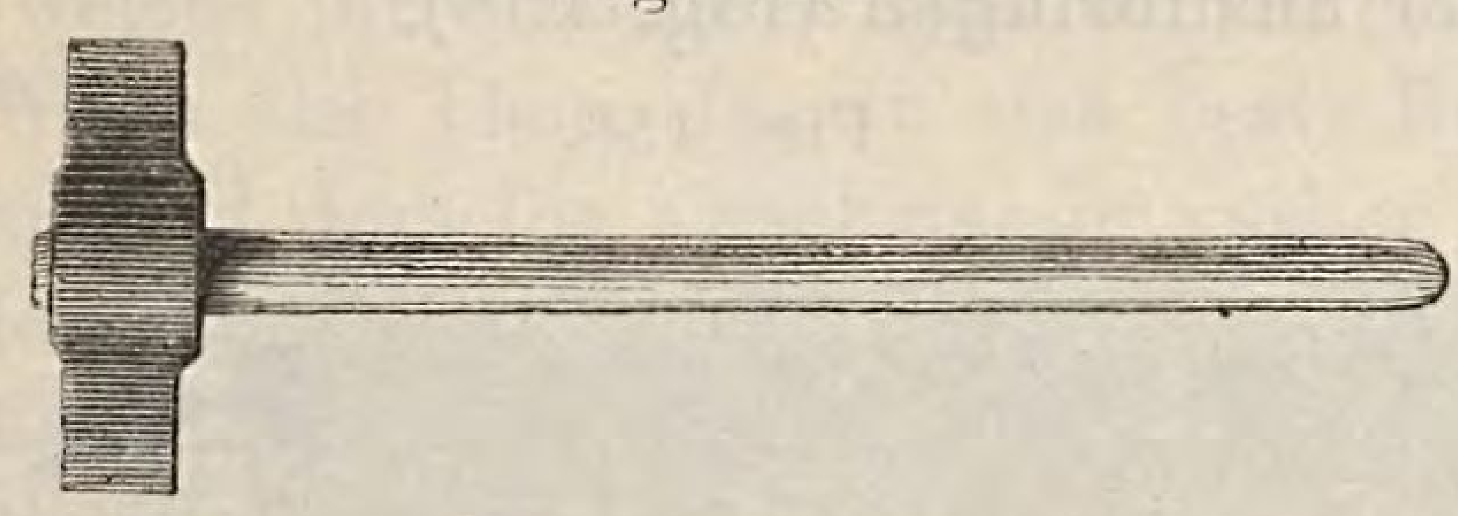
Die Frage, welche der beiden Methoden vorzuziehen sei, ist lange Zeit hindurch erörtert worden. Havrez hat dieselbe in der Revue universelle des Mines, Bd. XXXIX, S. 489, vom praktischen wie theoretischen Standpunkte aus eingehend untersucht und kommt zu dem Schlusse, dass das einmännische Bohren gegen die zweimännische Arbeit eine Ersparniss an Zeit und Geld von 25 Proc. ergiebt. Es dürfte jedoch diese Untersuchung nicht vollkommen den Werth haben, welchen man ihr hat beilegen wollen. Die beiden Methoden sind vielmehr gleich gut. Angenommen übrigens, man könnte wirklich praktische Vergleichsversuche anstellen, so würde, möchte das Resultat ausfallen wie es wolle, der aus der Einführung der besseren Arbeitsweise zu ziehende Vortheil doch vollkommen aufgehoben werden durch die Schwierigkeit der Einführung eines den Arbeitern ungewohnten Ver-

fahrens. Man wird also gut thun, in der fraglichen Hinsicht es überall bei dem localen Brauche zu lassen *).

340. Die Bohrer können von Eisen mit verstählter Schneide oder ganz von Stahl sein. Letzteres ist vorzuziehen, weil dann der Schlag des Fäustels besser auf den Boden des Bohrloches übertragen wird, während beim schmiedeisernen Bohrer ein Theil der Kraft dazu verwendet wird, den Kopf der Bohrstange breit zu schlagen und zu zersplittern. Eiserne Bohrer sind daher wenig und nur für mildes Gestein in Anwendung.

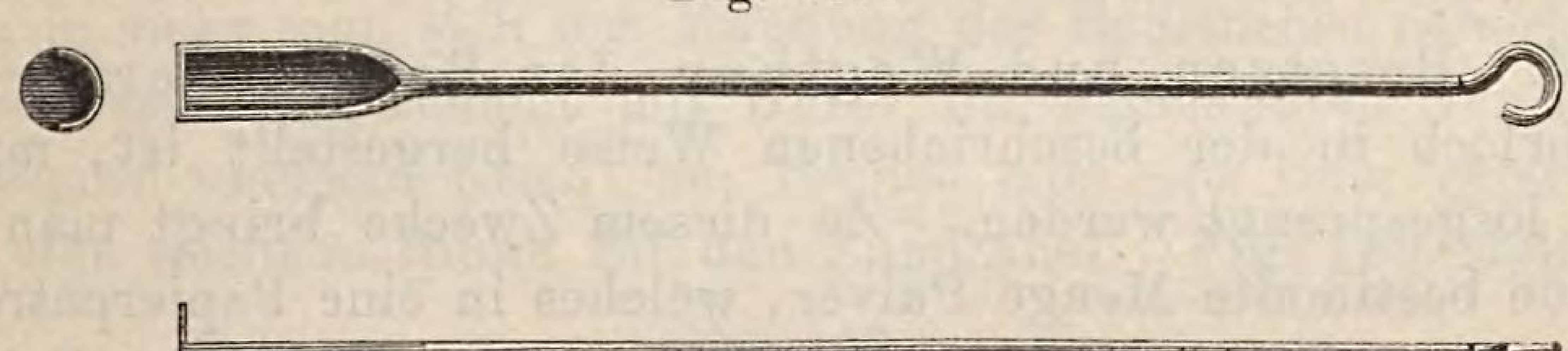
341. Die Fäustel haben die in Fig. 155 dargestellte Form **) und wiegen 2 bis 3 kg. Ihr Gewicht variirt übrigens, je nachdem die Arbeit ein- oder zweimännisch betrieben wird.

Fig. 155.



342. Das Bohren muss von Zeit zu Zeit unterbrochen werden, um den Bohrschmand oder das Bohrmehl aus dem Loche zu entfernen. Hierzu dient der in Fig. 156 abgebildete Krätzer ***).

Fig. 156.



343. Tiefe und Richtung der Bohrlöcher hängen von der Beschaffenheit des Gesteins und der Configuration des Stosses ab. Uebung und ein dadurch sich ausbildender guter Blick sind hierbei die besten Leiter. Die einzige theoretische Regel, welche gegeben werden kann, ist die, dass die Vorgabe des Loches hinreichend blossgelegt sein muss. Andernfalls wirft das Pulver einfach den Besatz vorn heraus, wie dies

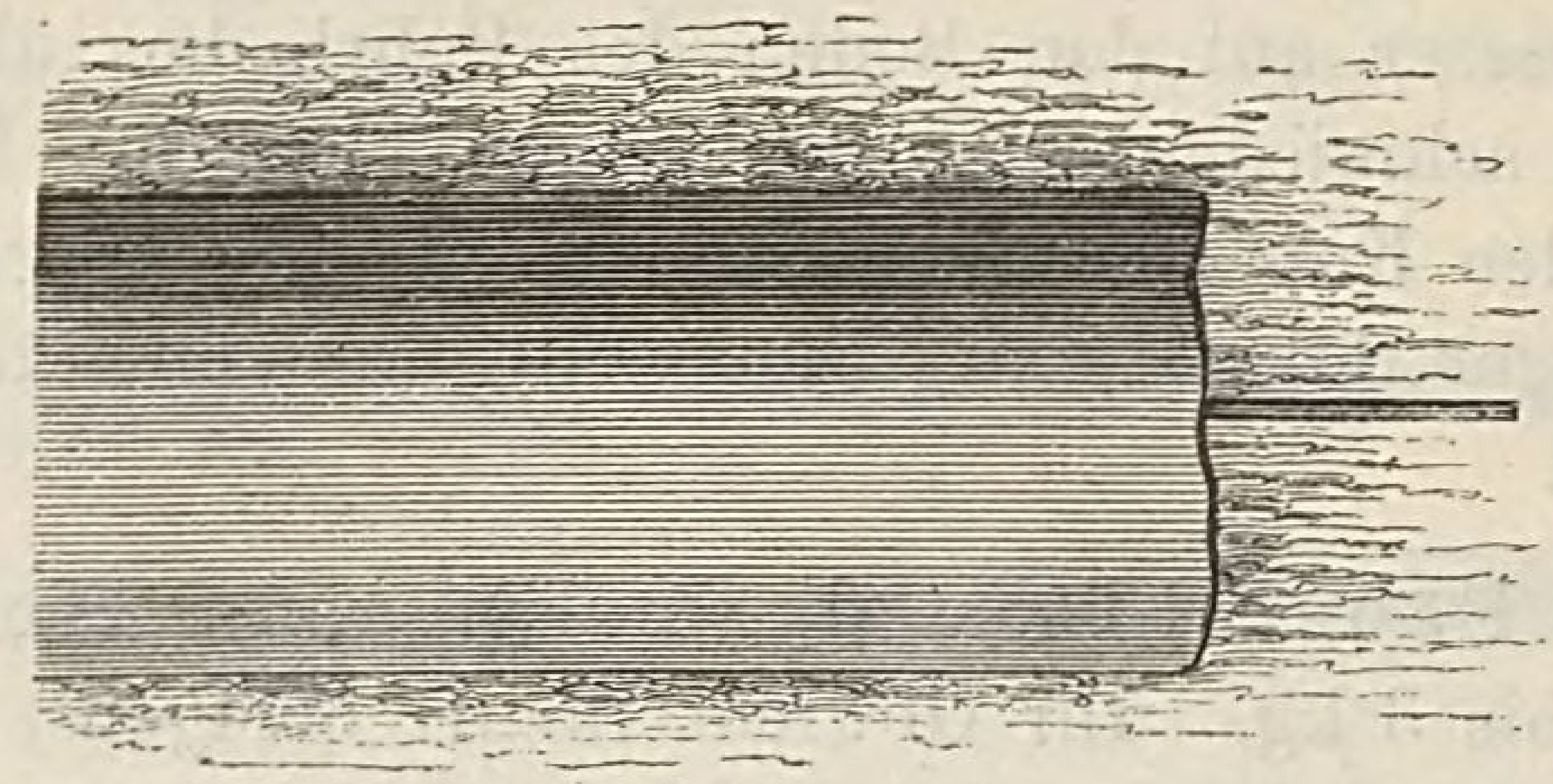
*) Ob diese Ansichten des belgischen Verfassers richtig sind, mag hier dahingestellt bleiben. Jedenfalls ist das einmännische Bohren das bei Weitem verbreitetere. L.

**) Bei uns haben nur die Fäustel zum zweimännischen Bohren diese Form, die einmännischen haben einen kürzeren Stiel und sind nach dem Schwingungskreise gebogen. L.

***) Bei uns ist der Krätzer meist eine gerade eiserne Stange, deren Ende breit geschmiedet und rechtwinkelig umgebogen ist. L.

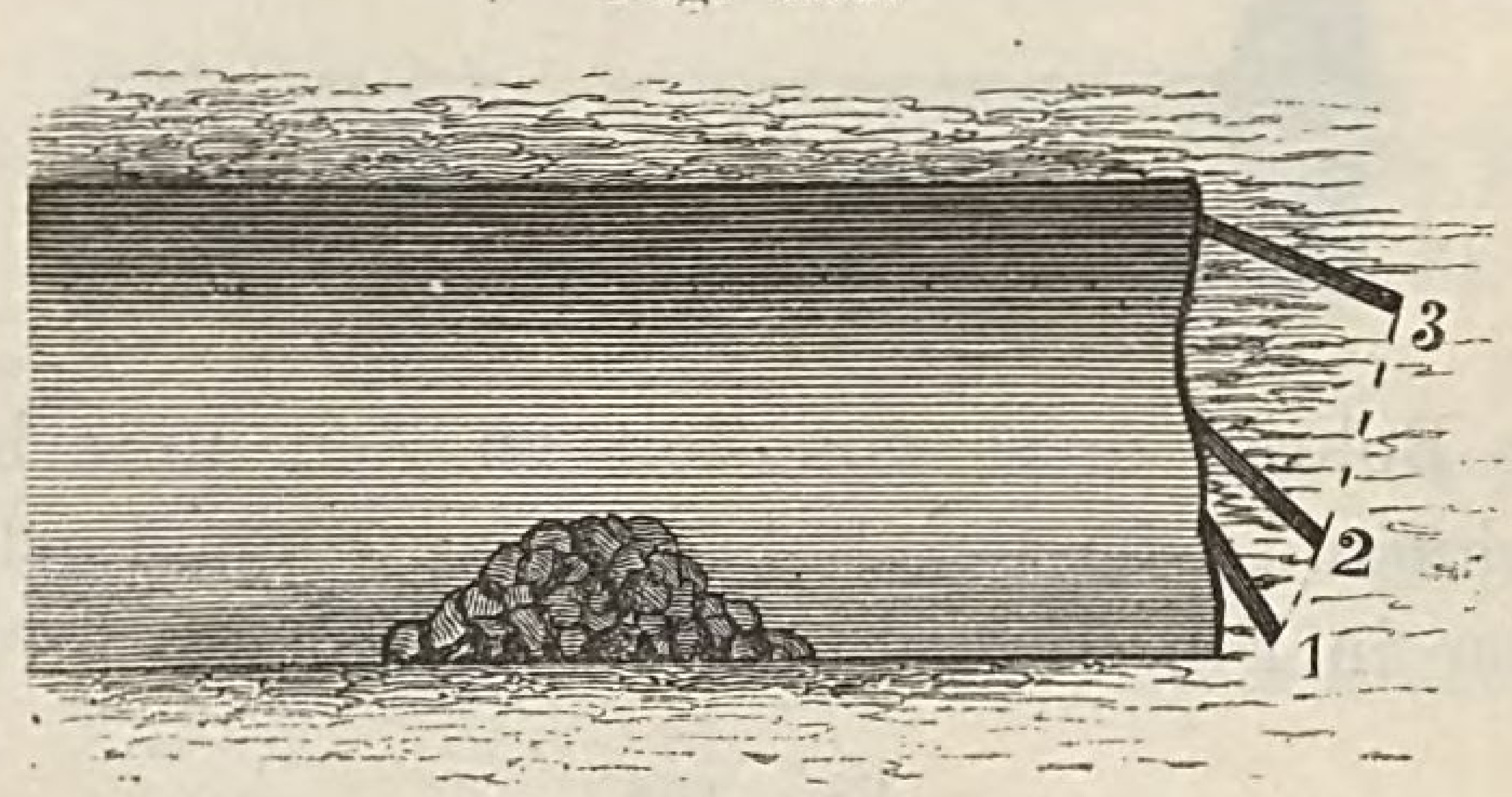
z. B. bei der in Fig. 157 abgebildeten Stellung des Loches geschehen würde. Bei der hier angenommenen Configuration des Stosses würde zuerst durch einige weniger tiefe Löcher „Einbruch“ zu schiessen

Fig. 157.



sein. Erst wenn auf diese Weise ein Theil des Stosses freigelegt ist, sind tiefere Löcher anzubringen (Fig. 158).

Fig. 158.



344. Besetzen und Wegthun der Bohrlöcher. — Wenn das Bohrloch in der beschriebenen Weise hergestellt ist, muss das Gestein losgesprengt werden. Zu diesem Zwecke bringt man in das Loch eine bestimmte Menge Pulver, welches in eine Papierpatrone gefüllt ist. Diese Patrone nimmt nur den untersten Theil des Bohrloches ein, der Rest wird durch einen festen Besatz ausgefüllt, in welchem man einen kleinen Zündcanal ausspart.

Die wichtigsten Einzelheiten dieser Arbeiten werden der Reihe nach kurz zu besprechen sein.

345. Das Pulver wird, wie gesagt, in Patronen gefüllt. Dies muss auch dann geschehen, wenn das Loch vertical oder stark abwärts geneigt ist. In diesem Falle könnte zwar das Pulver direct in das Bohrloch geschüttet werden; dies ist jedoch zu gefährlich, weil einerseits Pulver an den Bohrlochswänden hängen bleiben und sich während des Besetzens entzünden, andererseits solches in der Nähe des Loches verschüttet werden und beim Anzünden des Schusses Feuer fangen kann.

Bei trockenem Gebirge besteht die Patrone aus einer cylinderförmigen Hülse von starkem Papier, welche der Arbeiter sich unmittel-

bar vor dem Gebrauche über einem runden Holze selbst anfertigen kann*). Ist die Arbeit feucht, so nimmt man vorher verfertigte, getheerte Hülsen. Dieselben werden ebenso gemacht wie die ersteren, nur taucht man sie wiederholt in warmen Theer und lässt sie trocknen. Muss sogar im Wasser geschossen werden, was beim Schachtabteufen vorkommt, so bedient man sich des Weissblechs zur Anfertigung der Hülsen. Dieses letztere Mittel, welches früher sehr gebräuchlich war, steht indessen neuerdings, seit Erfindung der später zu erwähnenden, auch unter Wasser wirkenden Sprengstoffe, kaum noch in Anwendung.

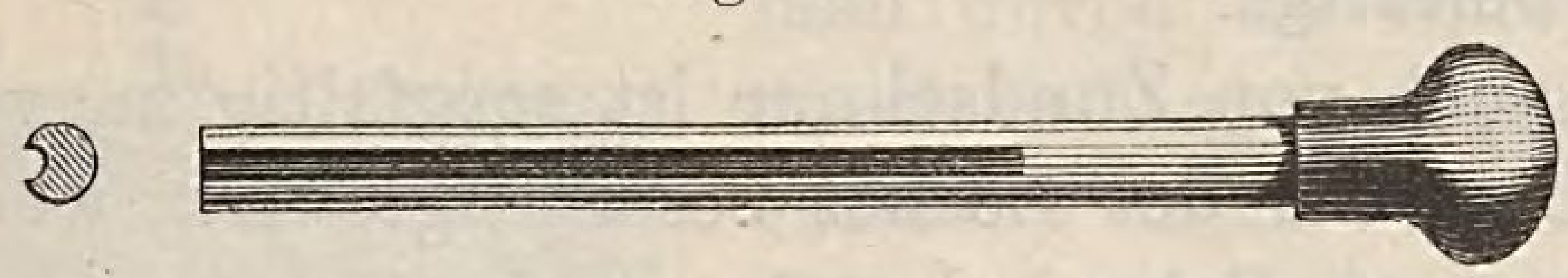
346. Nach Einbringung der Pulverladung in das Bohrloch wird dieses mit „Besatz“ ausgefüllt. Derselbe besteht aus dem Bohrmehl des Bohrloches selbst, wenn das Gestein Schieferthon ist, oder besser aus getrocknetem Thon. Auf keinen Fall dürfen solche Substanzen gewählt werden, welche ihrer Härte wegen beim Feststampfen Funken geben können. Wenn also Thon, das an sich beste Besatzmaterial, angewendet wird, so wird derselbe zweckmässig vorher durchgesiebt, um etwaige Quarzstücke oder sonstige harte Körper auszuscheiden.

Der erste Theil des Besatzes muss mit besonderer Vorsicht eingebracht und nur leicht eingestampft werden. Andernfalls könnte die zwischen der Ladung und dem Besatze eingeschlossene Luft durch die plötzliche Compression bis zur Entzündungstemperatur des Pulvers erhitzt werden.

Die folgenden Besatzpfropfen können um so fester eingestampft werden, je mehr man sich der Mündung des Bohrloches nähert.

Das Besetzen geschieht mit Hülfe des sogenannten Stampfers, der aus ganz weichem Eisen, aus Bronze oder aus Holz gefertigt ist. Er hat eine seitliche Rinne für den Zündcanal. Fig. 159 stellt einen

Fig. 159.



sehr empfehlenswerthen, aus Holz mit metallischem Knopf bestehenden Stampfer dar.

347. Zur Entzündung des Schusses können verschiedene Mittel angewandt werden.

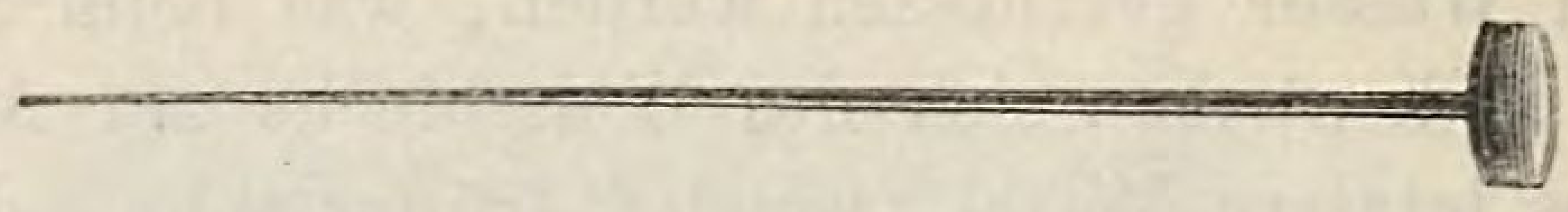
Man kann sich dazu eines mit Pulver gefüllten Strohhalmes bedienen. In diesem Falle wird in dem Besatze mittelst einer kupfernen sogenannten „Raumnadel“ [Fig. 160**), a. f. S.] ein Zündcanal

*) Besser ist es wohl, den Arbeitern die gefüllten Patronen zu übergeben. L.

**) Bei uns trägt die Raumnadel am oberen Ende meist einen eisernen Ring. L.

ausgespart. Die Spitze derselben wird in das Pulver hineingesteckt, worauf der Besatz in der beschriebenen Weise eingestampft wird. Ist letzteres beendigt, so zieht man die Nadel heraus und führt in den

Fig. 160.



Zündcanal den Zündhalm ein, an dessen äusseres Ende ein Stückchen Zunder oder ein Schwefelfaden befestigt ist.

Dieses Verfahren ist noch in manchen Revieren gebräuchlich, es wird jedoch mehr und mehr durch die Anwendung von Zündschnur („Sicherheitszünder“) verdrängt.

348. Diese Zünder bestehen aus vier um eine Seele von Pulver gewickelten Schnüren und besitzen einen Ueberzug von weisser Tünche oder einer theerhaltigen Masse oder von Guttapercha, je nachdem sie in trockenen, feuchten oder ganz nassen Arbeiten verwendet werden sollen.

Die Zündschnüre brennen mit einer Geschwindigkeit von etwa 1,25 m in der Minute ab. Das Einklemmen in den Besatz vermindert diese Geschwindigkeit auf ungefähr 0,50 m.

Das Ende der Zündschnur wird in die Patrone hineingesteckt und mit dieser zugleich in das Loch eingeführt. Der Stampfer hat dieselbe seitliche Rinne wie bei Anwendung der Raumnadel. Man lässt ein so langes Stück der Zündschnur hervorstehen, dass der den Schuss anzündende Arbeiter Zeit hat, sich in Sicherheit zu begeben. Das Anzünden geschieht in der Weise, dass man das hervorstehende Ende der Schnur aufdreht und daran ein die Pulverseele berührendes Stück Zündschwamm befestigt.

Beim Gebrauch von Zündschnur ist sorgfältig zu vermeiden, dass dieselbe beim Besetzen des Loches beschädigt wird, weil dies das Versagen des Schusses zur Folge haben kann. Im Uebrigen gewähren Zündschnüre viel grössere Sicherheit als Zündhalme: Es kommen weniger Versager vor und die Raumnadel, welche schon Unglücksfälle verursacht hat, fällt fort. Auch ist die Nutzwirkung des Pulvers grösser, denn bei Anwendung des Zündhalms entweicht ein Theil der Explosionskraft durch den Zündcanal.

Beim Streckenbetriebe ist das Schiessen mit der Zündschnur so gefahrlos als möglich, wofern nur die später mitzutheilenden Vorsichtsmaassregeln beobachtet werden. Beim Schachtabteufen dagegen ist auch diese Zündmethode noch gefährlich, da der den Schuss anzündende Arbeiter, mag er auf der Fahrt oder in der Tonne hinauffahren, einen weniger einfachen Rückzug hat als in einer Strecke. Der Unterschied ist so einleuchtend, dass er nicht näher dargelegt zu werden braucht.

Man sucht deshalb die elektrische Zündung, welche das Wegthun der Schüsse aus der Ferne gestattet, in die Praxis einzuführen.

349. Das Princip der elektrischen Zündung besteht darin, dass man ausserhalb des Bereiches der Sprengwirkung in einem Apparate Elektricität erzeugt, welche durch Drähte nach der Sprengladung hingeleitet wird und hier in Form eines Funkens überspringt. Zugleich wird, indem man den Funken am Boden der Patrone überspringen lässt, die Wirkung des Schusses erhöht.

Ein fernerer, sehr erheblicher Vortheil der elektrischen Zündung ist der, dass man mehrere Schüsse gleichzeitig wegthun kann, wodurch ebenfalls die Wirkung derselben erhöht wird. Nur die Elektricität ermöglicht ein solches gleichzeitiges Entzünden mehrerer Schüsse.

350. Dreierlei Apparate sind zur Erzeugung des zündenden elektrischen Funkens bis jetzt angewendet worden:

1. Galvanische Batterien,
2. Inductionsapparate,
3. Elektrisirmaschinen.

Die letzteren geben die besten Resultate und scheinen sich am meisten im Grubenbetriebe einbürgern zu wollen. Sie bestehen im Allgemeinen aus einer Scheibe oder einem Cylinder von Hartgummi, welche mittelst einer Kurbel gedreht werden und sich dabei an einem Katzenfell oder an feststehenden, mit einer geeigneten Substanz überzogenen Kissen reiben. Die so entwickelte Elektricität sammelt sich in einer Leydener Flasche oder einem anderen „Condensator“, welchen man durch die Sprengladung hindurch in dem gewünschten Momente entladen kann. Das Ganze ist zum Schutze gegen Feuchtigkeit in einem mit Blech beschlagenen Holzkasten eingeschlossen.

Fig. 161.

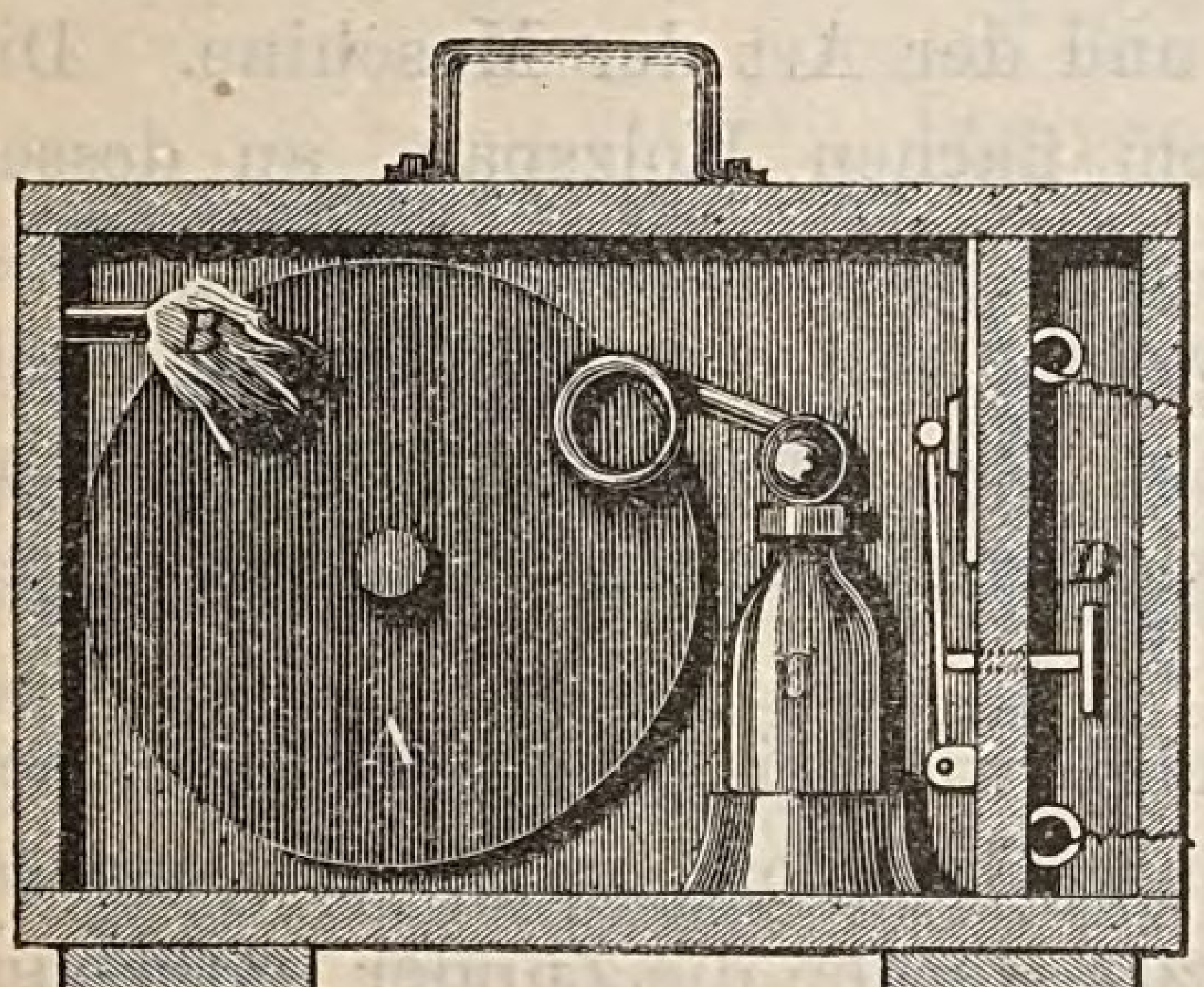
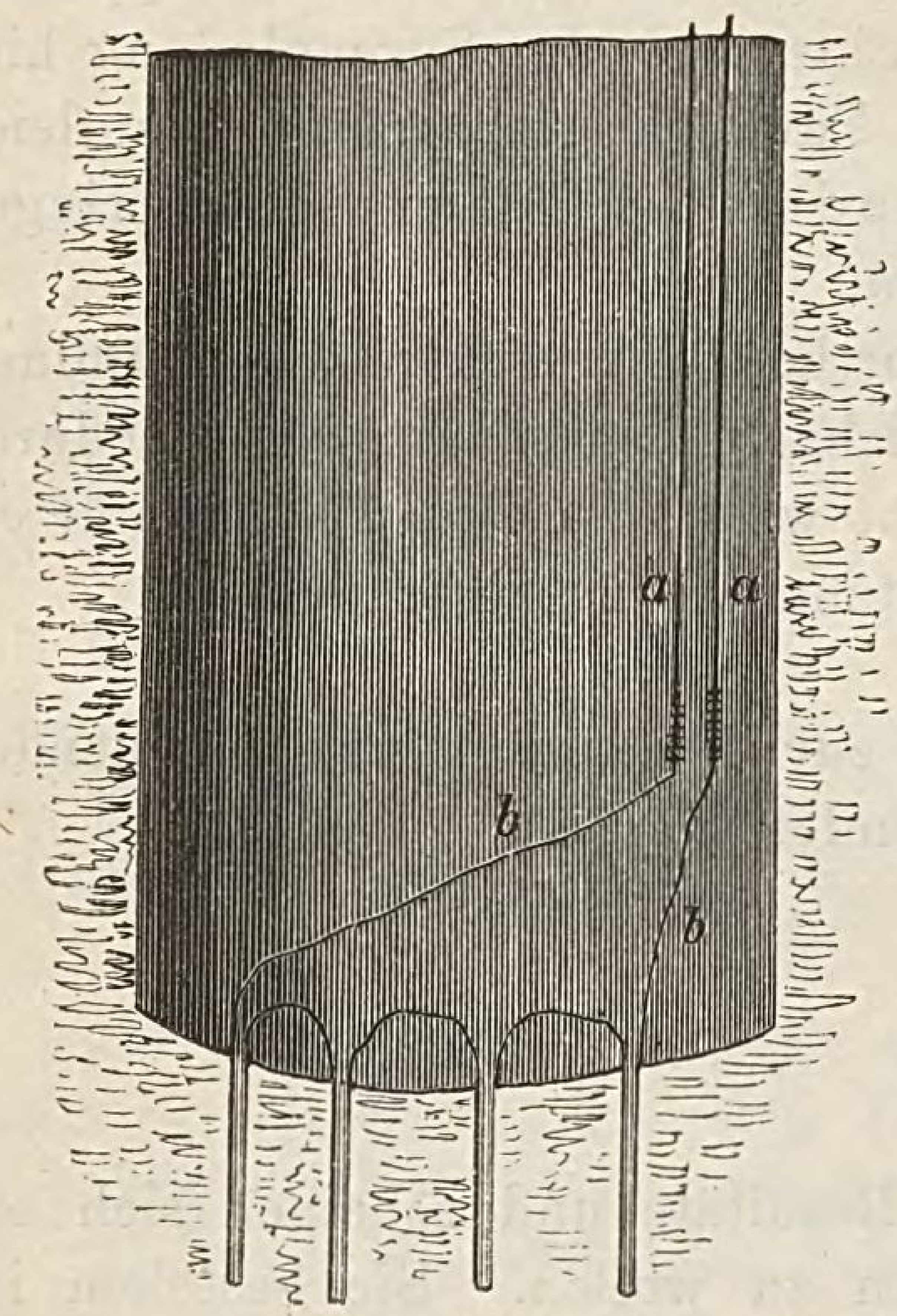


Fig. 161 stellt eine der verbreitetsten Maschinen dieser Art dar. Die Kautschukscheibe *A* wird mittelst einer aussen angebrachten Kurbel in Umdrehung versetzt und reibt sich an einem Katzenfelle *B*. Die hierdurch entwickelte Elektricität sammelt sich in einer Leydener Flasche *C*. *D* ist die Vorrichtung zum Schliessen der zur Entladung dienenden, durch den Sprengschuss hindurchgehenden Leitung. Das Ganze befindet sich in einem die Feuchtigkeit abhaltenden, dicht schliessenden Kasten.

Die Handhabung des Apparates ist höchst einfach. Die Maschine wird an einem vor der Sprengwirkung vollkommen gesicherten Orte aufgestellt. An sie werden zwei isolirte Leitungsdrähte angehängt, welche man den Schacht oder die Strecke entlang bis einige Meter vor den Stoss leitet. Diese Leitungen bestehen bei Strecken aus einfachen, an Isolatoren befestigten Eisendrähten, bei Schächten dagegen aus Kupferdraht mit Kautschuk- oder Hanfüberzug. Sehr dünne Eisendrähte, welche jedesmal erneuert werden, stellen die Verbindung der verschiedenen Sprengschüsse unter einander und mit den beiden Leitungen her, wie dies in Fig. 162 dargestellt ist. Hier sind *aa* die bleibend angebrachten Leitungsdrähte und *bb* die dünnen Eisendrähte, welche jedesmal vor dem Schiessen angehängt werden.

Fig. 162.



Wenn Alles auf diese Weise vorbereitet ist, kehrt der Arbeiter zu der Maschine zurück, dreht die Kurbel einige Male um, schliesst dann die Leitung durch Drücken auf den betreffenden Knopf*) und bringt dadurch sämmtliche Sprengschüsse gleichzeitig zum Explodiren.

351. Die Construction der Patronen für elektrische Zündung ist verschieden, je nach der Pulversorte und der Art der Maschine. Die einfachsten Zünder bestehen aus einem flachen Holzspan, an dessen schmalen Seiten die beiden dünnen Eisendrähte entlang laufen. Dieselben endigen in einer Zündmasse, welche mit einer Hülle von Hartgummi oder Weissblech umgeben ist. Die beiden Drahtenden sind einander genähert, so dass nur ein kleiner Raum zum Ueberspringen des Funkens zwischen ihnen bleibt.

Das Besetzen des Bohrloches erfolgt wie bei einem gewöhnlichen Sicherheitszünder und unter Beobachtung der gleichen Vorsichtsmaassregeln. Nach Fertigstellung des Besatzes werden die Zünder unter einander und mit den Leitungen in der bereits beschriebenen Weise verbunden.

352. Die elektrische Zündung beginnt, besonders in Verein mit dem Maschinenbohren, sich beim Bergbau einzubürgern. Ohne Zweifel

*) Sofern die Einrichtung nicht so getroffen ist, dass der Funke bei einer gewissen Spannung von selbst überspringt. L.

werden die schon in der letzten Zeit sehr vereinfachten Apparate bald eine vollkommen praktische Construction erlangt haben.

Um die Vortheile der elektrischen Zündung nochmals kurz zu erwähnen, so sind dieselben:

1. Die Beseitigung jeder Gefahr beim Anzünden der Schüsse.
2. Die Möglichkeit, mehrere Schüsse gleichzeitig wegzuthun und dadurch bessere Sprengwirkungen zu erzielen.

353. Sprengmaterialien. — Das bisher am meisten angewandte und noch jetzt gebräuchlichste Sprengmaterial ist das gewöhnliche Sprengpulver. Es besteht im Durchschnitt aus ungefähr

15	Thln.	Holzkohle,
65	„	Salpeter und
20	„	Schwefel
100.		

Der chemischen Theorie nach müsste ein normales Pulver der Formel

$$2(KNO_3) + 3\,C + S$$

entsprechen und bei der Verbrennung

$$2\,N + 3\,CO_2 + K_2S$$

liefern.

Obige Formel würde, chemisch reine Stoffe vorausgesetzt, folgender Mischung entsprechen:

13,32	Kohlenstoff
74,84	Salpeter
11,84	Schwefel
100,00.	

1 g dieser Mischung würde theoretisch bei der Verbrennung 331 ccm Gase von 0^0 geben. Das entstehende Gasvolumen ist aber im Moment der Explosion wegen der durch die Verbrennung erzeugten hohen Temperatur viel grösser und man kann annehmen, dass die Spannung der Gase mindestens dreimal so hoch ist, als die für eine Temperatur von 0^0 sich berechnende.

In Wirklichkeit ist nun aber andererseits die entwickelte Gasmenge nur $^2/_3$ von der theoretischen, theils in Folge der in dem Pulver enthaltenen Feuchtigkeit, theils wegen der in der Holzkohle enthaltenen fremden Stoffe, theils endlich (hauptsächlich) wegen der unvollständigen Verbrennung der Bestandtheile.

Jedenfalls indessen bringt das in einem geschlossenen Raume entzündete Pulver einen plötzlichen Druck von mehreren Tausend Atmosphären hervor. Die Resultate der hierüber angestellten Untersuchungen

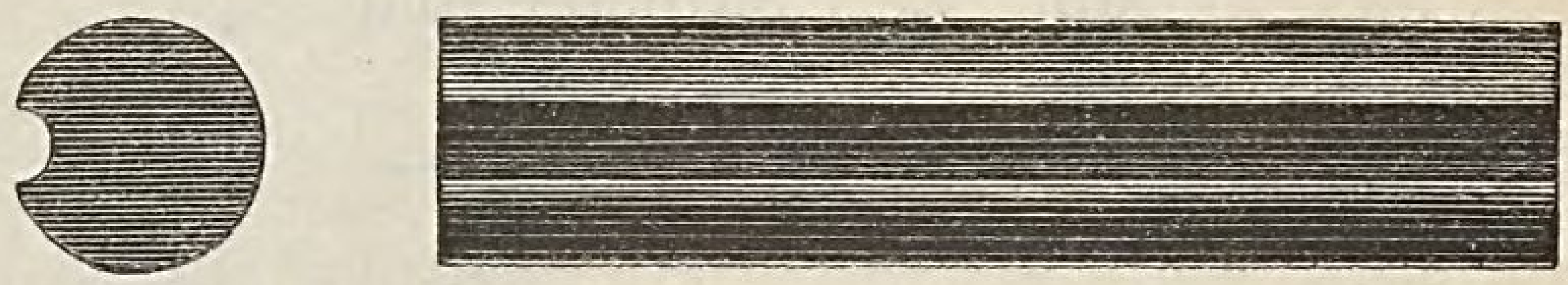
gehen ziemlich weit aus einander, sie haben übrigens auch keine besondere praktische Wichtigkeit für den Bergmann.

354. Das gewöhnliche Sprengpulver wird in zwei verschiedenen Formen angewendet, nämlich in groben Körnern oder in comprimirten Stücken.

Die letztere Form, welche gegenwärtig in Aufnahme kommt, scheint die bessere zu sein. Sie erleichtert die Handhabung und macht die Patronenhülsen überflüssig.

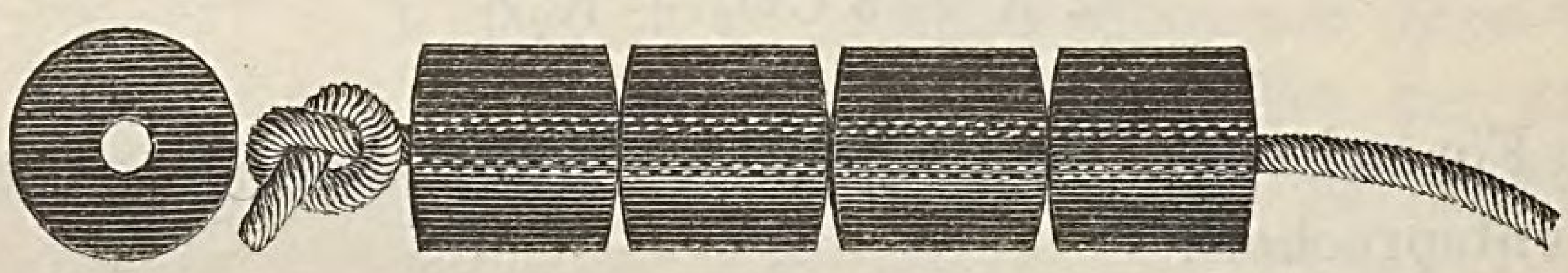
Das comprimirte Pulver wird in Form von Cylindern von 2,5 bis 4 cm Durchmesser und 15 cm Länge verkauft. Diese Cylinder haben eine seitliche Rinne zur Aufnahme des Zündschnurendes (Fig. 163).

Fig. 163.



Man wählt auch wohl die Form kleiner lenticularer Massen (Fig. 164), welche in der für eine Ladung erforderlichen Anzahl vermittelst eines in ihrer Mitte befindlichen Loches auf die Zündschnur

Fig. 164.



aufgereiht werden. Diese neue Methode scheint Aussicht auf allgemeinere Anwendung zu haben, denn die Entzündung pflanzt sich dabei schneller durch die ganze Ladung fort, als wenn dieselbe aus einem einzigen festen Stücke besteht.

Bei gewöhnlichem Pulver muss man auf folgende Eigenschaften halten: Die Körner müssen gleichmässig gross sein, damit sich die Entzündung gleichmässig durch die ganze Masse fortpflanzt. Sie müssen frei von Staub und so hart sein, dass sie sich in der hohlen Hand nicht zerreiben lassen. Endlich muss das Pulver vollständig trocken sein.

355. Seit lange ist man bestrebt, das gewöhnliche Sprengpulver durch andere mehr oder weniger ähnliche oder analoge Compositionen zu ersetzen, theils um Ersparnisse im Verbrauche zu erzielen, theils um eine besonders günstige Wirkungsweise zu bedingen, als welche bald eine langsame, bald eine schnelle Explosion empfohlen wird. So sind der Reihe nach die Schiessbaumwolle, die Pulver, welche chlorsaures Kali, Natronsalpeter, salpetersauren Baryt, Kalk oder Magnesia, Ferro- oder Ferricyankalium u. s. w. enthalten, oder andere mehr oder

weniger complicirte Mischungen, wie das Holoxylin, der Lithofracteur, das Dualin, das Heraklin u. s. w., erschienen.

Alle diese Versuche haben jedoch viel von ihrer Wichtigkeit verloren, seit die Nitroglycerinpräparate so grosse Erfolge erzielt haben. Jene brauchen daher hier nicht weiter berücksichtigt zu werden.

356. Das Nitroglycerin oder Sprengöl ist eine ölige, farblose, aus der Einwirkung concentrirter Salpetersäure auf Glycerin entstehende Flüssigkeit. Dieselbe zeigt folgende ganz besondere Eigenschaft: Wenn man einen brennenden Körper daran bringt, so entzündet sie sich weder noch explodirt sie; unter einem heftigen Stosse jedoch explodirt sie mit äusserster Gewalt; diese Eigenschaft behält sie auch unter Wasser. Desgleichen erfolgt Explosion, wenn die Masse stark erhitzt wird.

In einem Sprengloche bringt das Nitroglycerin ungleich stärkere Wirkungen hervor als das Pulver. Seine Sprengkraft ist derart, dass die Zertrümmerung des Gesteins noch tiefer reicht als das Bohrloch, und dass es das Gestein auch dann wegsprengt, wenn dasselbe in einem für Pulver nicht genügenden Maasse durch Einbruch blossgelegt war. Seine Explosion ist eine so momentane, dass der Besatz sozusagen überflüssig ist. Ein wenig Sand, der lose in das Loch gefüllt wird, oder sogar eine über der Ladung stehende Wasserschicht genügt hierzu.

Die Zündung geschieht in folgender Weise: Das Ende der Zündschnur wird in eine kupferne, mit einer Zündmasse gefüllte Kapsel (Zündhütchen) gesteckt. Dasselbe wird in das Nitroglycerin eingetaucht und erzeugt durch seine Explosion den Schlag, welcher die Sprengladung zum Explodiren bringt.

Die Anwendung des Nitroglycerins beim Grubenbetriebe bot also folgende wichtige Vortheile: Acht- bis neunfach stärkere Sprengkraft als Pulver; Entbehrlichkeit des Einbruchs; Einfachheit des Besatzes; Anwendbarkeit im Wasser.

Trotz dieser Vortheile hat die Anwendung des reinen Sprengöls aufgegeben werden müssen, und zwar wegen der damit verbundenen Gefahren. Es zeigte sich, dass die Substanz sich mit der Zeit chemisch verändert und dann zu freiwilliger Explosion neigt. Auch war ihr Transport gefährlich. Ein grosses Unglück, welches in den Steinbrüchen von Quenast in Belgien beim Transport eines Sprengölvorrathes vorkam, machte solches Aufsehen, dass die belgische Regierung sich veranlasst sah, den Transport dieses Sprengmittels gänzlich zu untersagen.

Hierauf wurden die sogenannten Dynamite erfunden und eingeführt. Es sind dies Sprengstoffe, welchen die gleichen Vortheile, aber nicht die Gefahren des Nitroglycerins innewohnen.

357. Die Dynamite sind Gemische von Nitroglycerin mit indifferenten Substanzen, z. B. Kieselerde, oder mit selbstverbrennlichen

Körpern. Zu letzteren Compositionen gehört das sogenannte Lithofracteur-Dynamit, welches besteht aus:

52 Nitroglycerin
30 Sand
12 Kohle
4 Salpeter
2 Schwefel.

Diese verschiedenen Dynamite sind mehr oder weniger weiche oder plastische, weisse oder schwarze Massen, welche in Patronenform und in Pergamentpapier gehüllt in den Handel kommen.

Ihre Sprengkraft ist beinahe dieselbe wie die des reinen Nitroglycerins. Sie verhalten sich überhaupt ganz ähnlich, jedoch ohne die Gefahren des letzteren mit sich zu bringen. Ihre Anwendung beim Grubenbetriebe wird immer allgemeiner und verdient daher eine nähere Besprechung.

358. Was zunächst das Laden eines Bohrloches mit Dynamit betrifft, so geschieht dasselbe folgendermaassen:

Eine Patrone von kleinerem als dem Durchmesser des Loches wird in das letztere hineingesteckt und mittelst eines hölzernen Stampfers in demselben festgedrückt. Dabei zerreisst die Hülle von Pergament und das von Natur plastische Dynamit schmiegt sich an den Boden und die Wandung des Bohrloches an. In derselben Weise wird eine zweite Patrone eingeführt und festgedrückt und so fort, bis das Loch auf die geeignete Höhe mit Dynamit gefüllt ist. Das Zusammenpressen der Patronen ist unerlässlich, wenn nicht Hohlräume in dem Laderaume zurückbleiben sollen. Auf die eigentliche Ladung wird eine Zündpatrone gesetzt. Diese ist nichts Anderes als eine gewöhnliche Dynamitpatrone von 3 bis 4 cm Länge, in welche das Zündhütchen und die Zündschnur eingebunden werden. Eben durch die Explosion dieses mittelst Zündschnur abgefeuerten Zündhütchens wird die Ladung ihrerseits erst zur Explosion gebracht. Das Ende der Zündschnur wird gerade abgeschnitten und bis auf die Zündmasse in das Zündhütchen hineingesteckt (Fig. 165). Hier wird sie festgehalten, indem man die Kapsel bei *c* mit einer Zange zusammenkneift. Die Zündschnur dient auf diese Weise als Besatz für das Zündhütchen und vermehrt dessen Schlagwirkung.

Fig. 165.

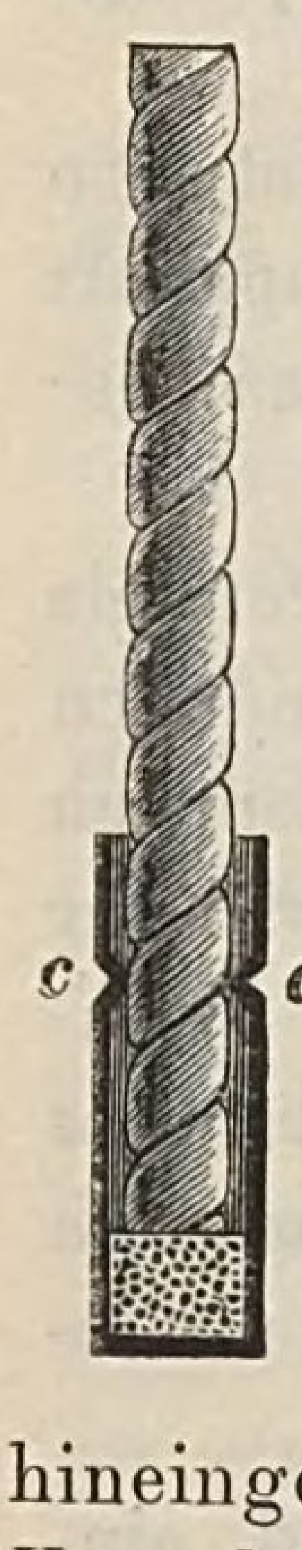
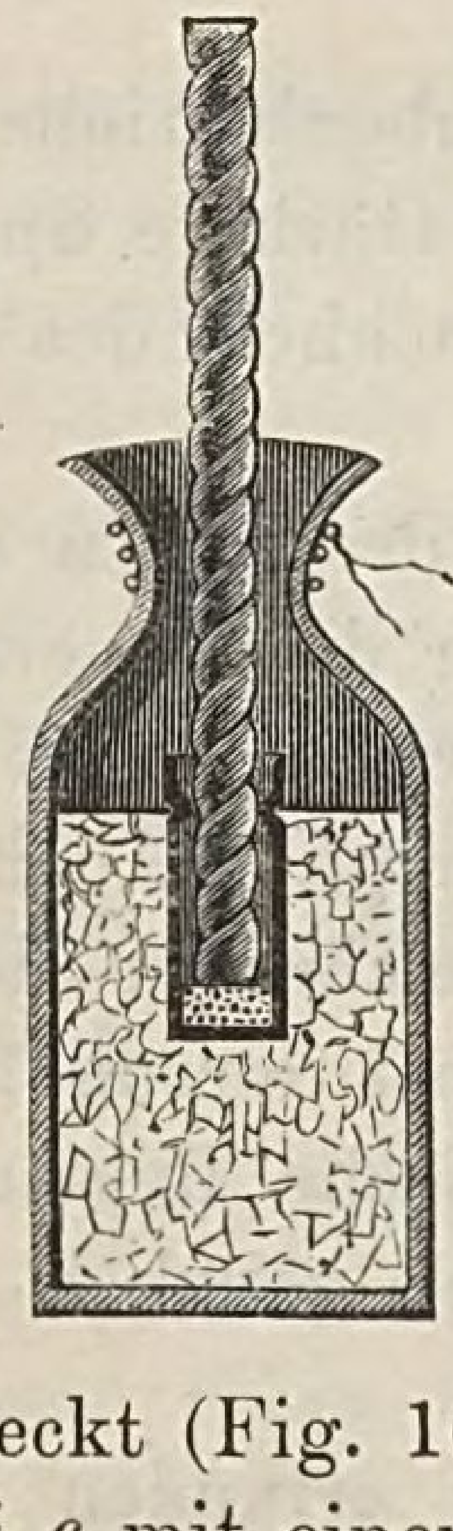


Fig. 166.



Das Zündhütchen wird vorsichtig so in die Füllung der Zündpatrone hineingesteckt, dass es noch ein wenig über diese hervorragt

(Fig. 166). Die Zündschnur darf nämlich niemals mit dem Dynamit in Berührung sein, da sie sonst dieses ohne Explosion entzünden könnte, wovon nicht nur der Verlust eines Theiles der Sprengladung, sondern auch die Bildung giftiger, von der langsamen Verbrennung herrührender Gase die Folge sein könnte. Nach dem Einsetzen des Zündhütchens legt man den Rand der Pergamenthülle wieder zusammen und bindet dieselbe um die Zündschnur zu, so dass das Zündhütchen in der Patrone festgehalten wird.

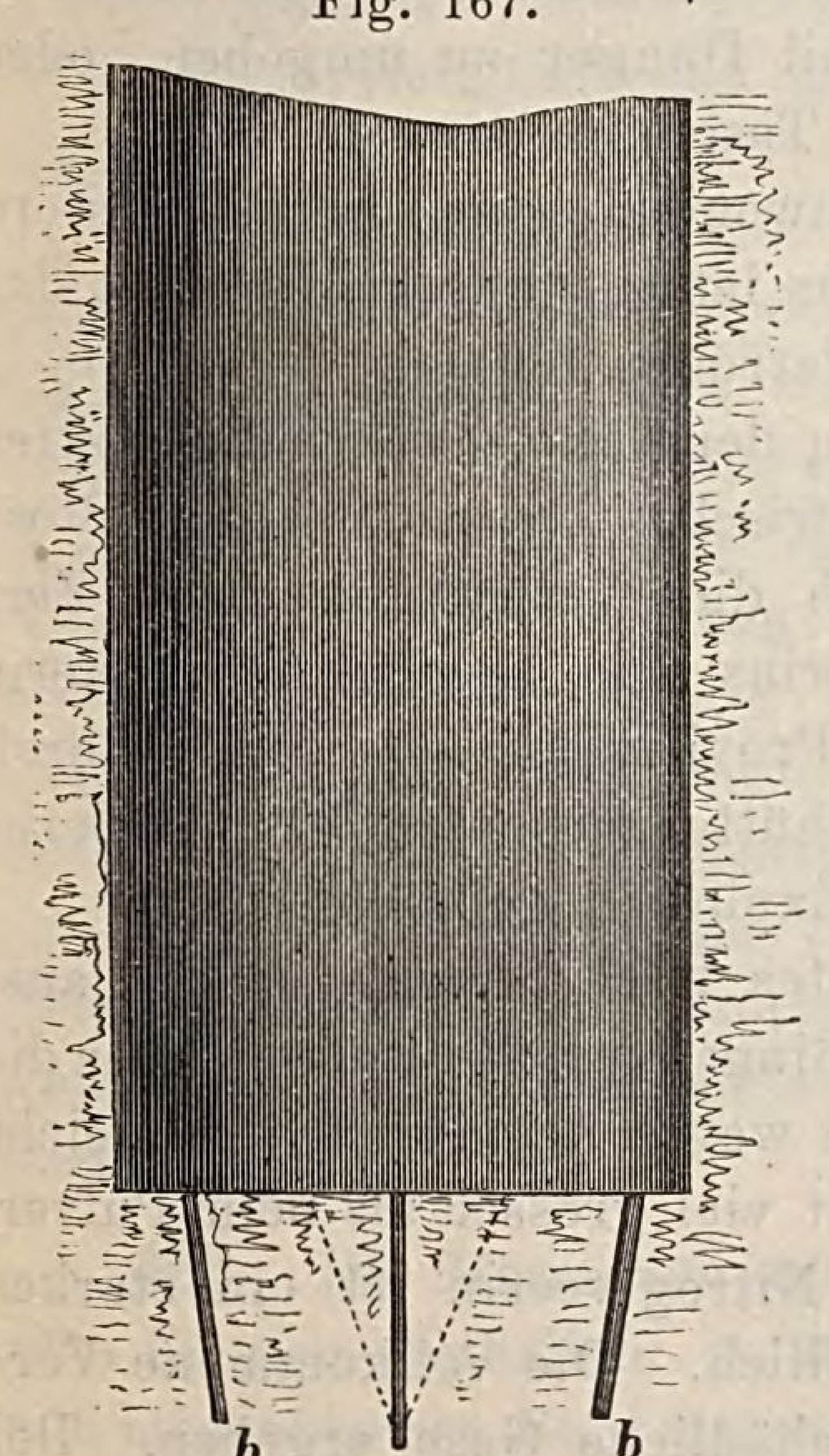
Die so hergerichtete Zündpatrone wird in das Loch bis auf die übrige Ladung niedergestossen, wobei sie aber in keinem Falle zusammengedrückt werden darf.

Auf diese Patronen bringt man bis zur Hälfte der noch freigebliebenen Höhe des Bohrloches einen losen Besatz, Bohrmehl, feinen Sand, Erde oder dergleichen, und darauf einen Besatz von Thon, welcher ebenfalls nicht festgekeilt, sondern nur von Hand eingestampft wird.

Bei manchen Dynamitarten kann dieser Thonbesatz ganz fortfallen.

359. Beim Schiessen mit Dynamit weicht die Arbeit von derjenigen bei Anwendung des Pulvers einigermaassen ab.

Fig. 167.



Statt das Gestein allmälig durch Einbruchschüsse blosslegen zu müssen, zerschmettert man dasselbe mit einem starken Dynamitschusse.

Diese Arbeit ist besonders beim Schachtabteufen vortheilhaft. Wenn beispielsweise die Sohle des Abteufens flach ist, wie in Fig. 167 dargestellt, so kann man, ohne vorgängiges Einbruchschiessen, sofort ein senkrechtes Loch in der Mitte ansetzen und mit einer starken Dynamitladung wegthun, wodurch das umgebende Gestein in sich zertrümmert und ein in der Figur durch Punktirung angedeuteter Kegel herausgesprengt wird. Hiermit ist dann der Einbruch sofort hergestellt und man braucht nun nur rings am Umfange des Schachtes schwächere Pulver- oder Dynamitschüsse *bb* anzubringen, um die ganze Schachtsohle um die Länge der Löcher zu vertiefen. Wenn die Sohle auf diese Weise wieder geebnet und abgeräumt ist, beginnt man von Neuem mit einem starken centralen Dynamitschusse.

Das Vorrücken ist bei dieser Methode ein weit schnelleres als bei der gewöhnlichen Pulverarbeit, besonders auch deshalb, weil das Dynamit ohne Weiteres unter Wasser wirkt und der umständlichen Vorkehrungen überhebt, welche gerade bei dem fast immer nassen Schachtabteufen im Falle der Anwendung des Pulvers erforderlich werden würden.

Beim Querschlagsbetriebe wird ebenso wie beim Schachtabteufen verfahren: Der Einbruch wird nicht durch kleine, auf einander folgende, geneigte Schüsse, sondern durch einen einzigen, sehr starken Dynamitschuss hergestellt.

360. Die Anwendung des Dynamits erfordert — abgesehen von dem, was im Allgemeinen bei der Schiessarbeit zu beobachten ist und später anzugeben sein wird — gewisse besondere Vorsichtsmaassregeln:

Im Winter kommt es vor, dass die Dynamitpatronen gefrieren. In diesem Zustande, der schon bei $+ 8^0$ C. eintritt, sind sie schwer zur Explosion zu bringen und ist ihre Sprengkraft bedeutend verringert, sie müssen daher zunächst wieder aufgethaut werden. Hierbei ist aber jede starke Erhitzung zu vermeiden. Es wird empfohlen, die Patronen in einem besonderen Gefässe in ein vorher erwärmtes Wasserbad oder in ein Dampfbad zu bringen, oder sie mit Dünger zu umgeben, oder endlich sie einfach eine Zeit lang in der Tasche zu tragen.

Die ersteren Methoden werden anzuwenden sein, wenn grössere Mengen auf einmal aufzuthauen sind. Das letztgenannte Mittel ist das einfachste, wenn es sich nur um einige Patronen handelt.

Es darf kein Vorrath von Dynamit in der Nähe des Arbeitspunktes gehalten werden. Obgleich gutes und frisches Dynamit gegen Stoss höchst unempfindlich ist, kann sich doch dies Verhältniss durch Zersetzung oder Ausschwitzen des Nitroglycerins beim Lagern sehr ändern. Auf einer Kohlengrube in der belgischen Provinz Hainaut hat die durch einen Sprengschuss hervorgebrachte Erschütterung einen 30 m entfernten Dynamitvorrath (Dynamitkiste) zur Explosion gebracht.

Ebenso darf ein mit Dynamit besetztes Loch niemals wieder ausgebohrt werden. Dieselbe Regel gilt allerdings auch für Pulver, aber die mit dem Ausbohren verbundene Gefahr ist wegen des durch Stoss leicht explodirenden Zündhütchens beim Dynamit viel grösser als beim Pulver.

Das in den Dynamiten enthaltene Nitroglycerin ist ein starkes Gift und seine Dämpfe sind höchst schädlich. Die vollkommene Verbrennung des Dynamits würde nur unschädliche Gase ergeben. Bei unvollkommener Verbrennung jedoch, welche bei keinem Sprengschusse gänzlich zu vermeiden ist, können Schwindel und Kopfschmerzen erzeugende Gase entstehen. Zuvörderst ist das Berühren des Dynamits mit den Fingern zu vermeiden, sodann müssen die Patronen beim

Laden des Bohrloches fest eingedrückt werden, wie schon oben gesagt ist.

Auf jeden Fall thut man gut, für eine lebhaftere Wetterführung zu sorgen, als sie beim Schiessen mit Pulver nöthig wäre.

Maschinenbohren.

361. Man ist bestrebt gewesen und strebt noch fortwährend danach, die Handarbeit beim Bohren der Sprenglöcher durch Maschinenarbeit zu ersetzen, um Menschenkräfte zu sparen und zugleich ein schnelleres Vorrücken der Aus- und Vorrichtungsarbeiten zu erzielen. Der letztere Punkt ist besonders bei solchen Gruben wichtig, welche zahlreiche, vielfach gefaltene und wenig mächtige Flötze haben, da bei solchen Verhältnissen die Förderung einer Schachtanlage nur durch schnellere Aus- und Vorrichtung vermehrt werden kann.

Die Schnelligkeit des Zufelderückens der Aus- und Vorrichtungsarbeiten ist für manche Gruben eine Lebensfrage, gegen welche der Preis pro Meter oft nur Nebensache ist. Es ist deshalb nicht zu verwundern, dass das Maschinenbohren sich schnell Eingang verschafft hat. Dasselbe ist einer der Hauptfactoren, welche beispielsweise in Belgien gestattet haben, die Zahl der Förderpunkte mit der wachsenden Teufe zu vermindern und die Production der verbleibenden zu vermehren.

Die Bohrmaschinen sind bis jetzt schon so vervollkommnet, dass man damit nicht nur doppelt und dreimal so rasch vorrückt als mit Handarbeit, sondern dass auch der Preis pro Meter sich nicht viel höher stellt, als bei der alten Arbeitsweise.

Ein anderer Vortheil des Maschinenbohrens, wie überhaupt der Anwendung von Maschinen beim Grubenbetriebe, ist der, dass die Menschenarbeit zu besserer Verwendung frei wird. Je mehr die Industrie sich entwickelt, desto gesuchter wird die menschliche Arbeitskraft. Es ist daher angezeigt, dieselbe so wenig als möglich zu rein mechanischen Arbeiten zu verwenden, sondern sie mehr für solche Arbeiten aufzusparen, welche Blick und Intelligenz erfordern, oder welche aus anderen Gründen noch nicht durch Maschinen ausgeführt werden können.

362. Die Maschinen zum Bohren der Sprenglöcher lassen sich in zwei Classen eintheilen: in Maschinen mit Handbetrieb und in solche mit mechanischer Betriebskraft. Auch die ersteren stellen schon einen Fortschritt gegen das gewöhnliche Handbohren dar, da sie eine bessere Ausnutzung der menschlichen Arbeit gestatten.

363. Die Maschinen mit Handbetrieb können in Nebenstrecken, bei Arbeiten in der Kohle, bei welchen die Zuleitung mechanischer

Betriebskraft schwierig sein würde, sehr wohl einigen Nutzen gewähren. Die Bedingungen der Anwendung einer solchen Maschine sind folgende:

1. Sie muss leicht zu transportiren sein, denn sie muss, so oft ein oder mehrere Löcher mit ihr gebohrt sind, aus dem Bereich der Sprengschüsse entfernt werden und später leicht und ohne zu grossen Zeitverlust wieder aufzustellen sein.

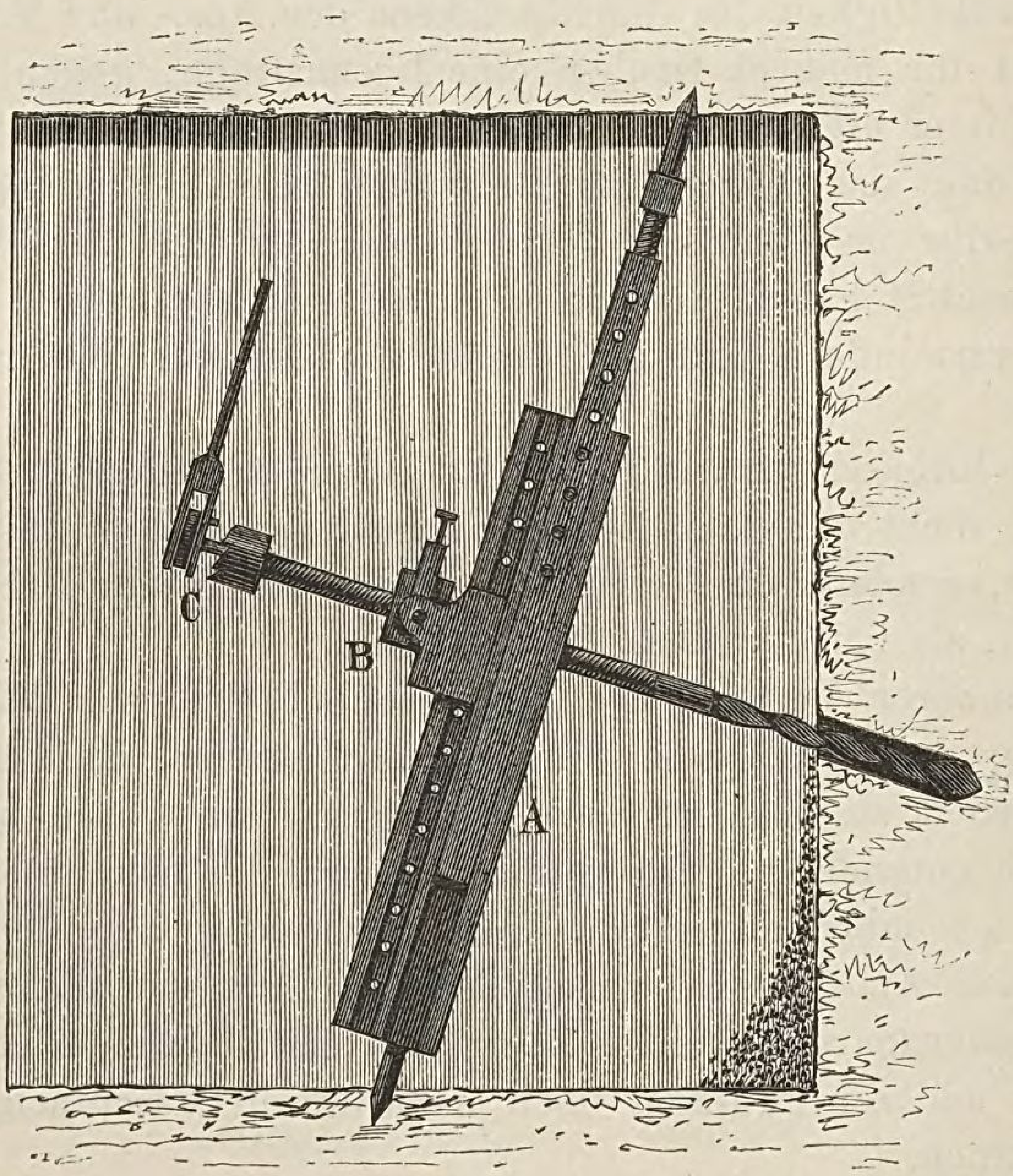
2. Sie darf die Wegförderung der hereingewonnenen Massen nicht behindern.

3. Sie muss Löcher von jeder beliebigen Richtung und Stellung bohren können.

4. Sie muss äusserste Einfachheit mit grösster Solidität verbinden, um jedem Hauer anvertraut werden zu können.

Die Maschine, welche bis jetzt diesen Bedingungen am besten zu genügen scheint, ist die ziemlich verbreitete Bohrmaschine von Lisbet.

Fig. 168.



Dieselbe wirkt drehend und bohrt also das Gestein ähnlich, wie man Holz oder Eisen bohrt.

Sie besteht aus einem eisernen Gestell A (Fig. 168), welches nach unten in eine feste, nach oben in eine auf- und abschraubbare Spitze endigt. Das Gestell kann beliebig verlängert und verkürzt werden. Gegen Firste und Sohle kann es mittelst der erwähnten Schraube in beliebiger Position festgestellt werden. Ein messingener Schlitten mit

Schraubenmutter B lässt sich von einem Ende des Gestelles zum anderen schieben und durch einen Splint in jeder beliebigen Höhe an demselben feststecken. Gleichzeitig kann die Schraubenmutter um eine Axe, welche senkrecht zu der Längsaxe des Gestelles steht, gedreht werden. Durch die Mutter geht eine hohle, eiserne Schraubenspindel hindurch, welche ihrerseits wieder eine runde, eiserne Stange umgiebt. Diese Stange trägt an dem einen Ende einen Schneckenbohrer von Stahl, an dem anderen Ende einen Sperrhebel. Da die Schraubenmutter sich um ihre horizontale Queraxe drehen lässt, so kann man dem Bohrer und der Spindel jede beliebige Richtung geben. Ein Sperrad C gestattet, entweder die Bohrstange allein oder diese und die Schraubenspindel zugleich zu drehen. Man versetzt nun den Bohrer in Umdrehung und lässt von Zeit zu Zeit, wie das Bohrloch tiefer wird, die Spindel sich mitdrehen. So wird das Vorrücken des Bohrers je nach der Festigkeit des Gebirges in einfacher Weise regulirt.

Man kann den Apparat noch vereinfachen, indem man die Schraubenspindel und die Bohrstange aus einem und demselben Stück bestehen lässt und das Schraubengewinde nach der Festigkeit des Gebirges wählt. Man braucht dann nur zwei oder drei Schraubenmuttern mit entsprechenden Spindeln zu haben und bedient sich jedesmal derjenigen, deren Gewinde der Festigkeit des Gebirges entspricht.

364. Die Lisbet'sche Bohrmaschine giebt im Schieferthon und im mittelfesten Sandschiefer sehr gute Resultate. Für festen Sandstein und Conglomerat dagegen eignet sie sich weniger. In mildem Gestein leistet ein Arbeiter mit der Maschine so viel, wie zwei Arbeiter mit dem gewöhnlichen Meisselbohrer. Sie wird daher, bei mittlerer Gesteinsfestigkeit, hauptsächlich in denjenigen Strecken mit Vortheil benutzt, wo rein mechanische Betriebskraft schwer zu verwenden ist, z. B. bei Nebenstrecken im Flötz. Allerdings wird sich die rein mechanische Betriebskraft mit der Zeit immer mehr Feld erobern und die Handbohrmaschinen zurückdrängen.

365. Die Bohrmaschinen der zweiten Kategorie können mit Dampf, gepresstem Wasser, comprimirter Luft oder auch mit einer Seiltransmission betrieben werden. Comprimirte Luft ist das gebräuchlichste dieser Mittel, da sie für Grubenzwecke grosse Vorzüge vor den anderen Motoren besitzt. Hiervon, wie von den Luftcompressionsmaschinen und den Luftleitungen wird in einem besonderen Capitel die Rede sein. Hier sollen nur die Bohrmaschinen selbst ins Auge gefasst werden.

366. Die Zahl der bestehenden Bohrmaschinen ist sehr gross. Die einen wirken drehend nach Art des Lisbet'schen Apparates, die

anderen stossend nach Art des Handbohrens mit dem Meisselbohrer. Die letzteren sind die gebräuchlichsten.

Diejenige Maschine, welche zuerst in grösserem Maassstabe praktisch angewendet worden ist, ist die Sommeiller'sche, Dank welcher der Mont-Cenis-Tunnel so rasch vollendet wurde. Seitdem hat sie, zumal für Grubenzwecke, sehr viele Verbesserungen und Abänderungen erfahren.

Ausser dieser Maschine existiren noch viele andere, ganz verschiedene Systeme. Die Beschreibung so mannigfaltiger und meist ziemlich complicirter Mechanismen kann hier nicht unsere Aufgabe sein. Auch tauchen noch fortwährend neue Constructionen auf, die sich oft nur durch unwesentliche Einzelheiten von einander unterscheiden.

Wir müssen uns also auf diejenigen Betrachtungen beschränken, welche speciell den praktischen Bergmann interessiren und welche das Maschinenbohren im Allgemeinen, ohne Unterschied des Systems, betreffen.

367. Von den stossend arbeitenden Bohrmaschinen sind diejenigen von Dubois und François, Ferroux, Dunn, Schramm, Ingersoll, Sachs, Turettini u. s. w. die verbreitetsten.

Die erstgenannte ist bis jetzt in Belgien und Frankreich die gebräuchlichste. Die zweite ist besonders beim St. Gotthard-Tunnel angewendet worden und hat auch auf einer Grube im Couchant de Mons vorzügliche Resultate ergeben. Die anderen Constructionen sind in Deutschland, in England und in Amerika eingebürgert.

Das Princip ist bei allen dasselbe: Ein Kolben, an welchem der Bohrer direct befestigt ist, erhält durch comprimirte Luft eine hin und her gehende Bewegung. Der Bohrer dreht sich bei jeder Tour um einen bestimmten Winkel um und rückt mit dem Tieferwerden des Loches vor.

Die Form des Bohrinstrumentes ist gewöhnlich verschieden von der des Handbohrers, indem die Schneide, um den heftigen Stössen besser zu widerstehen, nicht einfach gerade, sondern Z-förmig (Fig. 169) oder kreuzförmig (Fig. 170) gestaltet ist.

Fig. 169.

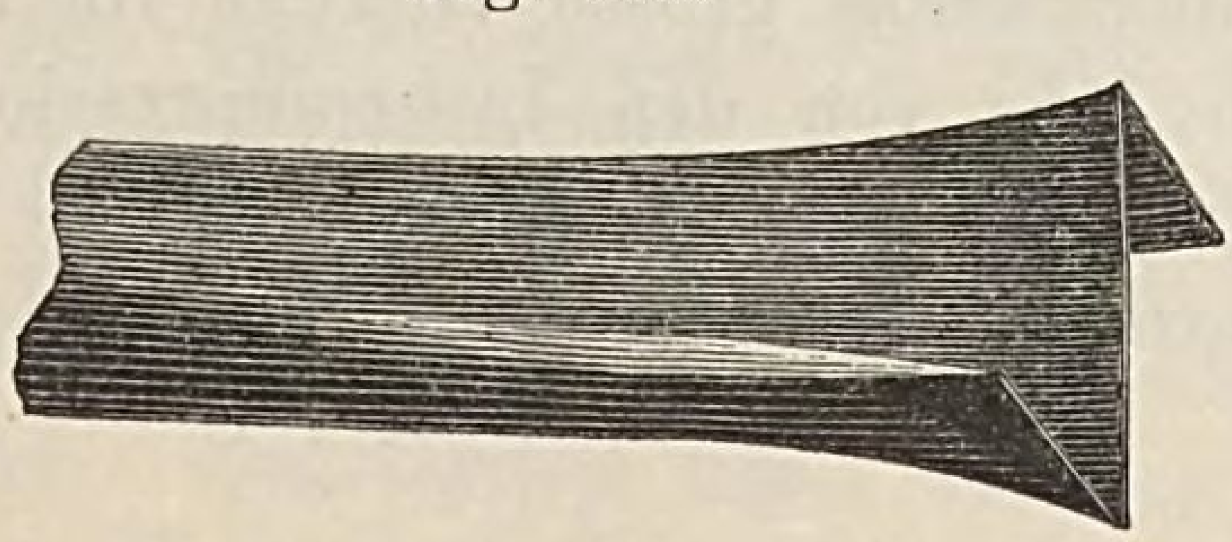
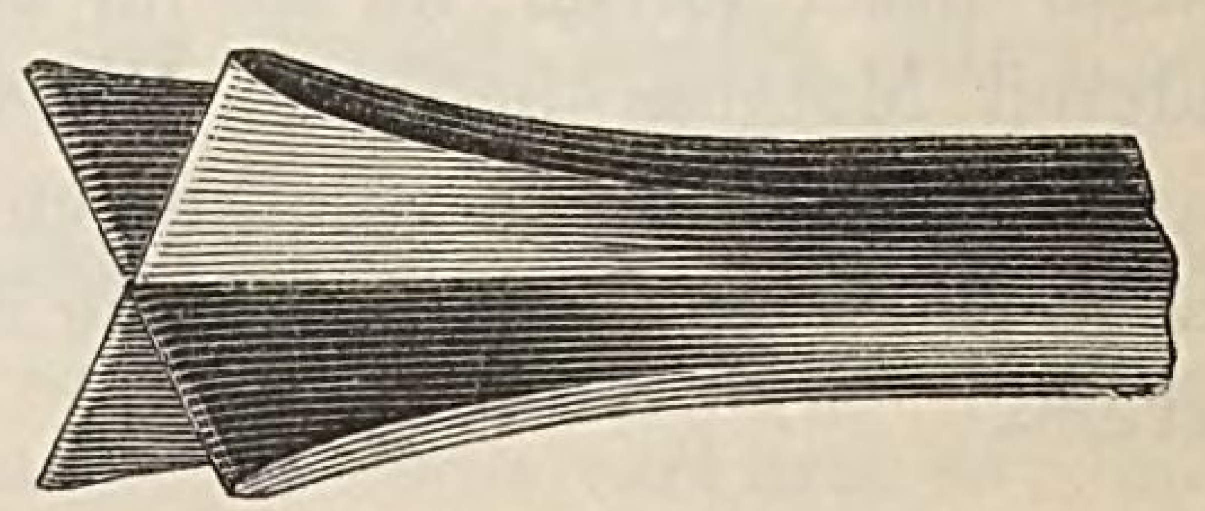


Fig. 170.



Die einzelnen Maschinensysteme unterscheiden sich hauptsächlich in Folgendem:

1. In der Stossbewegung, welche langsam oder schnell, von grösserem oder geringerem Hube sein kann.

2. In der Steuerung, welche abhängig oder unabhängig von dem Hube sein kann.

3. In der Umsetzung des Bohrers, welche ebenfalls abhängig oder unabhängig von der Kolbenbewegung sein kann.

4. In der nachrückenden Bewegung der Maschine oder des Bohrers, welche selbstthätig sein oder von Hand bewerkstelligt werden kann.

5. Endlich in der Wirkungsweise und der Auswahl der Organe, welche diese verschiedenen Bewegungsarten vermitteln und von denen es abhängt, ob die Bohrmaschine einfach oder complicirt ist und ob sie leicht oder schwierig im Stande zu halten ist.

Jeder Erfinder einer Bohrmaschine redet dem einen oder dem anderen Principe das Wort. Die Punkte, auf welche der Bergmann besonders zu sehen hat, sind Schnelligkeit des Bohrens und Einfachheit des Mechanismus. Es steht jedoch nichts im Wege, wenn man das Maschinenbohren auf einer Grube einführen will, mehrere Systeme neben einander zu versuchen, so dass man dieselben hinsichtlich der beiden erwähnten Punkte vergleichen kann. Ein Versuch von einigen Monaten zeigt besser als alles Ueberlegen, welcher Construction in einem gegebenen Falle der Vorzug zu geben ist.

368. Es werden auch Maschinen mit drehendem Bohrer angewandt. Bei diesen wird der Bohrer, welcher fortwährend gegen den Boden des Bohrloches drücken muss, entweder direct durch eine kleine drehende Maschine in Rotation versetzt oder er erhält seine Bewegung durch Uebertragung von einer anderweitigen Maschine. Als Bohrgezähe dienen hauptsächlich Bohrer mit Diamantkrone. Dieselben bestehen aus einem Stahlrohre, welches an seinem vorderen Ende einen Bajonetring mit den eingestemmten schwarzen Diamanten trägt. Der Bohrer dreht sich gegen das Gestein mit einer Geschwindigkeit von 200 bis 300 Umdrehungen in der Minute. Der Bohrschmand wird durch einen regulirbaren, durch das Innere des Bohrers eingeleiteten Wasserstrahl herausgespült. Es wird auf diese Weise ein Gesteinskern ausgeschnitten, welcher leicht abbricht und herausgenommen werden kann *).

369. Die Arbeit mit Bohrmaschinen geht nun im Allgemeinen in folgender Weise vor sich:

*) Bei der in neuerer Zeit auf einzelnen deutschen Gruben und im Arlberg-Tunnel mit gutem Erfolge angewandten Brand'schen Bohrmaschine wird die Rotationsbewegung durch kleine Wassersäulenmaschinen erzeugt und erfolgt das Bohren ohne Diamanten, nur durch das Einschneiden des vorn zugeschärften Stahlcylinders. L.

Zwei, drei oder vier Maschinen, je nach dem Querschnitt des betreffenden Grubenbaues, werden auf einem soliden Gestelle befestigt, einer Art eiserner Laffette, welche auf Räder gesetzt ist und auf dem Fördergestänge einhergefahren werden kann. Dieses Gestell muss, wie gesagt, sehr solide sein und die Bohrmaschinen nicht in einem, sondern in zwei Punkten festhalten. Das Gestell mit seinen Bohrmaschinen wird vor den Arbeitsstoss gebracht und derart festgestellt, das es während des Bohrens nicht zurückweichen kann. Jede der Bohrmaschinen wird durch ein Kautschukrohr mit der Luftleitung in Verbindung gebracht. Hierauf beginnt man mit der Bohrarbeit, indem man sämmtliche Maschinen zugleich in Gang setzt. Ueber den ganzen Arbeitsstoss wird eine grosse Zahl horizontaler Löcher vertheilt, zu welchem Zwecke die Bohrmaschinen leicht verstellbar sind und nach und nach die verschiedensten Positionen auf der Laffette einnehmen können.

In festem Sandstein und Conglomerat ist es erforderlich, die Löcher mit Wasser auszuspülen, um die Erhitzung der Bohrer zu verhindern und die Bohrlochsohle rein zu halten. Zu diesem Zwecke wird ein fahrbares Wasserreservoir aus Eisenblech hinter der Laffette aufgestellt, und dessen Inhalt durch ein Gummirohr unter den Druck der Luftleitung gesetzt. Das Einspritzen des Wassers erfolgt durch kleine Mundstücke, welche auf dem Gestelle in geeigneten Stellungen angebracht werden. Früher stellte man zunächst durch ein in der Mitte des Streckenquerschnittes angesetztes Loch von grossem Durchmesser Einbruch her, aber seit der Anwendung des Dynamits ist ein solches extragrosses Loch nicht mehr nöthig und rückt in Folge dessen die Arbeit schneller zu Felde.

Wenn alle Löcher auf 1,50 oder 1,80 m Tiefe gebohrt sind, wird das Gestell zurückgeschoben und ein oder mehrere centrale Löcher mit Dynamit besetzt und abgeschlossen. Hierdurch wird ein Kegel aus dem Stosse herausgesprengt und die Vorgabe der anderen Löcher vollständig freigelegt. Diese letzteren können dann mit Pulver weggethan werden.

Zur Erzielung eines grösseren Effectes empfiehlt es sich, durch elektrische Zündung mehrere Löcher gleichzeitig abzuschiessen.

370. Es mögen hier einige Bemerkungen über den bemerkenswerthen Unterschied zwischen der Maschinenarbeit und der Handarbeit Platz finden.

Ein intelligenter und geübter Hauer kann bekanntlich durch die Vertheilung und Stellung der Bohrlöcher, welche er nach einander wegthut, den Nutzeffect jedes einzelnen Schusses auf das mögliche Maximum bringen und damit die nothwendige Anzahl der Schüsse verringern. Auch kann er beim Bohren der Löcher den Kraftaufwand

sowie die Drehung (das Umsetzen) des Bohrers nach dem jeweiligen Widerstande einrichten.

Die Maschinenarbeit hingegen wirkt gerade durch die Menge des Kraftaufwandes. Die Kraft bleibt immer dieselbe und die Drehung des Bohrers ist constant, wie auch immer das Gestein sein mag. Die Maschine kann nur solche Löcher bohren, deren Richtung nicht zu sehr von der horizontalen abweicht. Da die Löcher sämmtlich im Voraus gebohrt werden, so werden manche nutzlos oder wirken schlecht beim Abschiessen. Aus alledem ergiebt sich, dass bei der Maschinenarbeit mehr Kraft aufgewendet wird, mehr Löcher nöthig werden und mehr Sprengmaterial verbraucht wird, als bei der Handarbeit.

Diesem Ergebnisse ist jedoch nur ein bedingter Werth beizulegen, denn das, worauf es vor Allem ankommt, ist schnelleres Vorrücken bei gleichem, wenn nicht geringerem Kostenaufwande. Dies ist der einzig richtige, nämlich der wirthschaftliche Gesichtspunkt für die Vergleichung der verschiedenen Arbeitsmethoden und der verschiedenen Bohrmaschinensysteme unter einander. Die Menge des Kraftbedarfes, die Zahl und Richtung der Löcher und die Art des Wegthuns sind sehr interessante Punkte, können aber nur als theoretische Vorfragen gelten, von welchen zur Erfindung irgend eines neuen Systemes auszugehen sein würde. Derartige Erwägungen werden unter Beihülfe der Erfahrung vielleicht zu immer einfacheren und besser wirkenden Apparaten und zu einer vortheilhafteren Einrichtung der Arbeit führen, die maassgebende Schlussfrage wird aber immer sein: Welches ist das thatsächliche Resultat in Bezug auf Zeitaufwand und Kosten?

371. Wenn die Löcher abgeschossen sind, handelt es sich darum, das gelöste Gestein zu entfernen und den Ortsstoss von Neuem in Angriff zu nehmen.

Die gute Organisation dieser Abräumungsarbeit ist ganz besonders wichtig, wenn man die Vortheile des Maschinenbohrens ordentlich ausnutzen will. Die Herstellung der Bohrlöcher nimmt ja hier sehr wenig Zeit in Anspruch im Vergleich zu dem Wegthun derselben und zu dem Abräumen der Massen, das Verhältniss ist also gerade umgekehrt wie bei der Handarbeit.

Wenn das Abräumen gut organisirt ist, kann man zwei- oder dreimal so schnell vorrücken als bei der Handarbeit, und man hat auf diese Weise schon drei, ja bis zu vier Meter täglich hinter sich gebracht. Vorbedingung eines solchen Resultates ist jedoch, es muss wiederholt werden, ein flottes Abräumen, sowie ferner eine lebhafte Wetterführung zur schnellen Wegspülung der Explosionsgase.

372. Das Maschinenbohren wird auch zum Schachtabteufen angewendet, jedoch weniger allgemein als zum Querschlagsbetriebe. Bei jenem ist nämlich die Aufstellung und die jedesmal vor dem Weg-

thun der Schüsse nothwendige Entfernung des Gestelles, man mag es einrichten, wie man will, immer schwieriger, als in einer Strecke, wo das Gestell auf dem Gestänge bequem einhergefahren werden kann. In einem Abteufen muss das Gestell mittelst Haspels emporgezogen werden und so construirt sein, dass es einerseits leicht festgestellt werden, andererseits aber auch ohne zu grosse Umstände zusammengelegt und in die Höhe gehoben werden kann.

Hinsichtlich der Anordnung und des Wegthuns der Bohrlöcher, sowie des Abräumens ist die Arbeit dieselbe, wie beim Streckenbetriebe.

373. Es muss hier noch ein Abteufverfahren erwähnt werden, welches in Amerika mit Erfolg angewendet worden ist*).

Dasselbe besteht darin, dass verticale Sprenglöcher auf eine Tiefe von bis zu 100 m vorgebohrt werden. Die hierzu angewendeten Bohrinstrumente sind hohle Bohrstangen mit Diamantkrone, welche drehend wirken, an einem hohlen Gestänge sitzen und durch rotirende Maschinen in Umdrehung versetzt werden. Diese Maschinen sind auf Holzgerüsten im Schachte fest verlagert. Der Bohrschmand wird durch einen im Innern des Gestänges hinab- und zwischen demselben und der Bohrlochswand wieder heraufsteigenden Wasserstrom herausgespült.

Nachdem die Maschinen aufgestellt sind, lässt man dieselben ohne Unterbrechung so lange arbeiten, bis die Löcher die Tiefe von etwa 100 m erreicht haben. Alsdann entfernt man die ersteren und füllt sämmtliche Löcher mit Sand an. Indem dieser nun nach und nach wieder herausgenommen wird und die Löcher absatzweise weggethan werden, geht die Hereingewinnung auf die gewöhnliche Weise vor sich, ohne jedoch durch das jedesmalige Bohren neuer Löcher unterbrochen zu werden.

Wenn auf diese Weise die 100 m abgeteuft sind, werden die Bohrmaschinen im Schachttiefsten wieder montirt und in Gang gesetzt. Während der Hereingewinnungsarbeit können dieselben zum Bohren in einem benachbarten Schachte benutzt worden sein.

374. Diese Idee, die Löcher weithin im Voraus zu bohren und sie absatzweise wegzuthun, dürfte eine nähere Prüfung wohl verdienen.

Es liegt auf der Hand, dass Zeit gespart wird, wenn man die einmal aufgestellten Maschinen möglichst lange hinter einander arbeiten lässt, und dass dies besonders in Schächten von Wichtigkeit ist, wo das Abbauen und Wiederaufstellen immer umständlicher ist, als in einer Strecke. Aber auch für den Querschlagsbetrieb scheint die Idee von vornherein nicht unanwendbar zu sein.

Es fragt sich nur, ob die bei uns gebräuchlichen Bohrer es gestatten werden, mehr als die Länge eines gewöhnlichen Loches ab-

*) Revue universelle des Mines, Vol. XXXVIII, p. 241.

zubohren. Indessen würde es wahrscheinlich nicht schwer sein, dieselben in diesem Sinne abzuändern, wenn davon die Erzielung eines schnelleren Vorrückens abhängen sollte.

Die bei der Schiessarbeit vorkommenden Unglücksfälle und deren Verhütung.

375. Beim Querschlagsbetriebe treten zuweilen schlagende Wetter auf. Dieselben kommen entweder aus Klüften im Gestein oder aus durchfahrenen Flötzen oder Kohlenschmitzen. Das Auftreten jenes Gases behindert natürlicher Weise die Anwendung des Pulvers, da die von der Zündschnur und der Sprengladung herrührende Flamme Explosionen herbeiführen kann. Man hat versucht, das Grubengas von der in der Strecke befindlichen Luft zu trennen, indem man es in Röhren ableitete; man hat auch wohl den Zündschwamm und die Zündschnur nach dem Anstecken mit einer Haube von dem für die Sicherheitslampen gebräuchlichen Drahtgeflecht überdeckt, um die Flamme von dem Grubengas abzuhalten.

376. Diese verschiedenen Mittel sind jedoch nur unvollkommene Nothbehelfe, deren Anwendung ein gewissenhafter Bergwerksbetreiber nicht zulassen darf.

Wenn jene Grubengas-Entwickelungen sich zeigen, so giebt es nur einen Weg, der einzuschlagen ist: die Wetterführung muss so sehr verstärkt werden, dass das Grubengas bis zur gänzlichen Ungefährlichkeit mit atmosphärischer Luft vermischt wird.

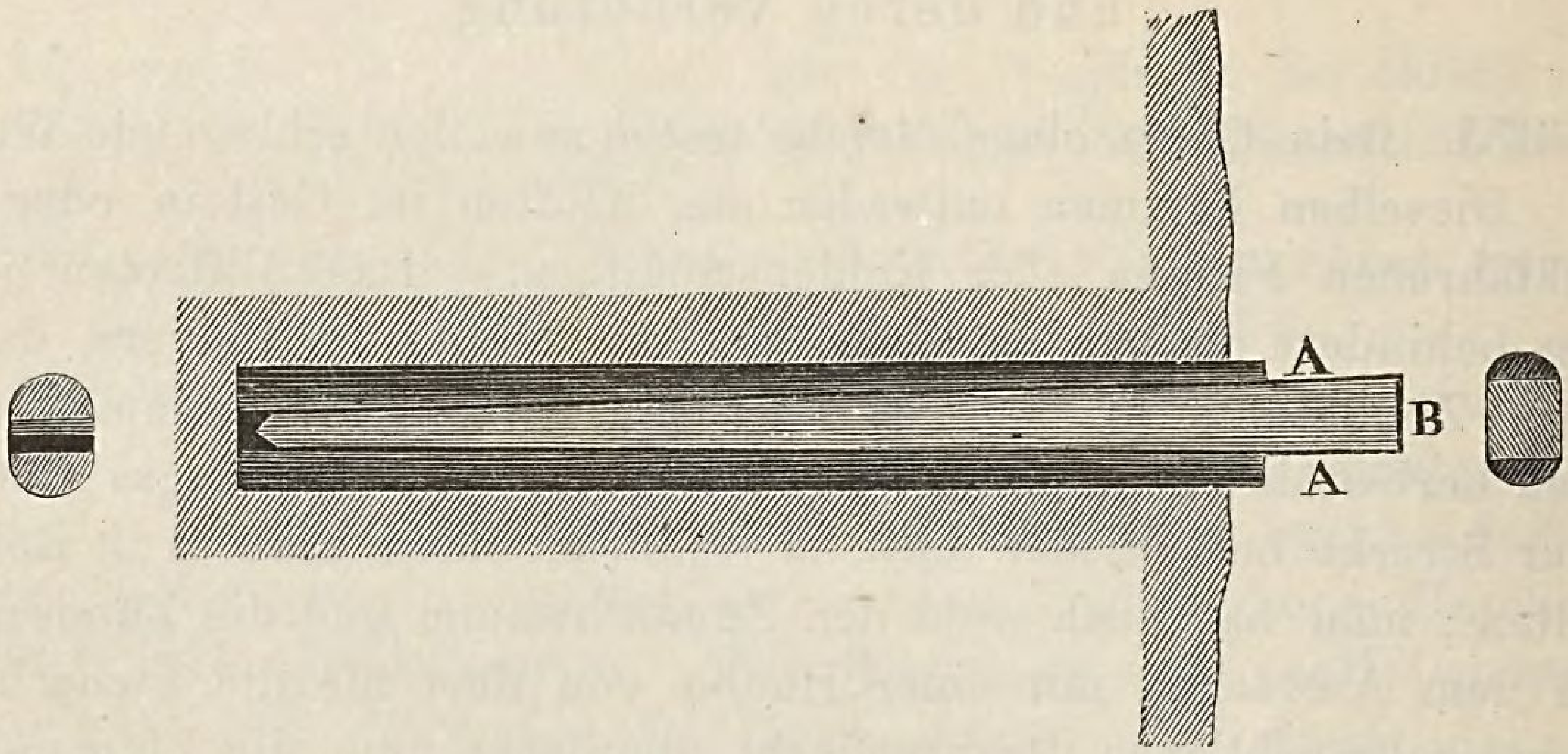
Wenn nach Herstellung eines den Umständen nach nicht mehr verstärkbaren Wetterzuges sich noch Schlagwetter zeigen, so muss die Schiessarbeit, es koste was es wolle, eingestellt werden.

Die Arbeit wird dann äusserst langwierig und kostspielig, besonders in festem Gestein. Gewöhnlich bedient man sich in solchen Fällen kleiner Stahlkeile, welche mit dem Schlägel in die Ablösungen des Gebirges eingetrieben werden. Dies Verfahren ist jedoch sehr mühsam und man wendet besser den Federkeil (*aiguille-coin*) an, wie dies besonders bei Seraing geschieht. Da dieses Instrument nicht überall verbreitet ist, so wird es nicht überflüssig sein, einige Worte darüber zu sagen.

377. Das Wegthun der Bohrlöcher mit dem Federkeil geht weder so rasch, noch mit solcher Kraft von statten, wie das Sprengen mit Pulver. Gleichwohl bietet sich jene Arbeitsweise als sehr nützlich dar in den recht häufigen Fällen, wo Schlagwetter die Sprengarbeit verbieten.

In ein gewöhnliches Bohrloch werden zwei eiserne oder stählerne Keile *A A* (Fig. 171) von dem in der Figur dargestellten Querschnitte eingeführt. Zwischen diese wird dann mit Hammerschlägen ein aus gutem Stahl bestehender Keil *B* hineingetrieben. Die Dimensionen der drei Stücke sind so bemessen, dass sie, wenn der mittlere Keil ganz

Fig. 171.



eingetrieben ist, zusammen einen Cylinder von etwas grösserem als dem anfänglichen Durchmesser des Bohrloches bilden. Dieser Unterschied der Durchmesser, sowie die Länge der Legekeile und des Treibkeiles hängen von der Beschaffenheit des Gebirges und dem vorhandenen Einbruch ab. Je fester und unnachgiebiger das Gebirge ist, desto geringer muss der Unterschied der Durchmesser sein. Je milder, leichter zerreissbar dagegen das Gestein ist, desto mehr muss dieser Unterschied der Durchmesser gesteigert werden, wenn der Keil seine Wirkung ausüben soll.

Je besser und je tiefer das Gestein blossgelegt ist, desto länger können ferner die Keile sein, und umgekehrt. So giebt man ihnen in Querschlägen nur 30 cm Länge, weil hier der Einbruch selten tief genug ist, um längere Keile zu gestatten. Bei Strecken im Flötz kann man bis 60 cm und mehr Länge geben. Bei guter Construction haben die Keile dann eine fast ebenso grosse Wirkung wie eine Pulverladung.

Man muss sonach mehrere Sortimente von Keilen zur Verfügung haben, deren Dimensionen für die verschiedenen Zwecke und Gebirgsarten verschieden sind. Nach einigem Probiren hat man leicht die für jeden besonderen Fall geeignetsten Dimensionen herausgefunden.

378. Die Arbeiter brauchen eine gewisse Zeit, um sich mit dem Apparate einzuarbeiten. Die Bohrlöcher müssen weniger tief, aber zahlreicher sein, als bei der gewöhnlichen Schiessarbeit. Da ausserdem die Wirkungsweise der Keile eine andere ist als die des Pulvers *),

*) Das Pulver wirkt nur im unteren Theile des Bohrloches, der Federkeil dagegen auf die ganze Länge desselben. L.

so muss folgerichtig auch die Stellung der Löcher eine abweichende, der neuen Methode angepasste sein. Ein natürlicher Blick hilft sehr zur richtigen Bestimmung des Ansatzpunktes und der Richtung, welche ein Loch erhalten muss, damit die Keile ihre volle Wirkung äussern. Wichtig ist auch, dass die Tiefe der Löcher und die Länge der Legekeile genau gleich seien, denn wenn diese aus dem Loche hervorragen, so biegen sie sich an der Mündung des Loches um oder brechen daselbst ab, wenn der Mittelkeil eingetrieben wird.

379. Die Anfertigung der Legekeile erfordert ebenfalls eine gewisse Erfahrung: Die Seitenflächen müssen sorgfältig bearbeitet und die vorgezeichneten Dimensionen müssen genau eingehalten werden. Ein anderer Punkt, auf welchen Acht zu geben ist, wenn man Sätze von verschiedenen Dimensionen neben einander verwendet, ist der, dass die Arbeiter die Stücke von verschiedenen Sätzen nicht durch einander werfen.

380. Der Federkeil leistet besonders beim Auffahren der Strecken im Flötz, wo das Schiessen so oft untersagt werden muss, gute Dienste. Dort entsteht durch das voraufgehende Ausgewinnen des Flötzes immer ein vorzüglicher Einbruch und sind also die Bedingungen gegeben, unter welchen der Federkeil bei guter Construction und guter Handhabung einen ausgezeichneten Effect giebt.

381. Bei Seraing sucht man den Keil dadurch wirksamer zu machen, dass man ihn nicht durch Hammerschläge von Hand, sondern durch einen von comprimirter Luft bewegten Rammklotz eintreibt (*bosseyeuse* von Dubois und François). Indem man so über eine weit grössere Kraft verfügt, kann man den Löchern mehr vorgeben und die Keile so formen, dass sie eine grössere Erweiterung bewirken.

382. Die Anordnung der Maschine ist folgende: Auf einem fahrbaren Gestelle ist eine Bohrmaschine angebracht, welche Löcher von 8 bis 10 cm Durchmesser bohrt. In das fertig gebohrte Loch führt man Legekeile von derselben Breite ein und ersetzt den Bohrer durch einen direct an die Kolbenstange angesetzten Rammklotz zum Eintreiben des Mittelkeils.

Diese Methode scheint erfreulicher Weise sich zu bewähren. Auf diesem Wege wird man dahin gelangen können, auf schlagwetterbehafteten Gruben die Schiessarbeit in Flötzstrecken ganz abzuschaffen. Gut erdachte und construirte Maschinen werden unzweifelhaft diese Aufgabe lösen.

Die mit dem beschriebenen Apparate bis jetzt erzielten Resultate sind schon sehr befriedigend. Bereits ist man dahin gelangt, Querschläge im Schiefer ohne Pulver ebenso schnell und ebenso billig aufzufahren, als mit der gewöhnlichen Schiessarbeit.

383. Bei der Wichtigkeit der Sache dürfen noch einige andere Versuche zum Sprengen ohne Pulver, obgleich dieselben keinen praktischen Erfolg gehabt haben, nicht unerwähnt bleiben. Das Princip dieser Versuche war, in das Loch solche Körper einzubringen, welche — ohne Explosionsstoffe zu sein — unter Umständen ihr Volumen vergrössern oder hochgespannte Gase entwickeln. Man führt z. B. gebrannten Kalk in das Bohrloch ein und benetzt denselben dann mit Wasser, so dass er sich aufbläht und das Gestein zerreisst *); oder man schüttet Zink und Schwefelsäure ein und verschliesst darauf schnell die Mündung: das sich entwickelnde Wasserstoffgas erreicht dann eine Spannung, welche das Gebirge losdrückt; oder man erzeugt in dem Loche Kohlensäure aus doppeltkohlensaurem Natron mit einer anderen Säure.

Endlich sei auch der Vorschlag von Guibal erwähnt, welcher dahin geht, Gummicylinder in das Bohrloch zu stecken und dieselben durch Einpressen von Wasser aufzutreiben.

Leider sind alle diese Versuche für die Praxis erfolglos geblieben, und bis jetzt ist der Federkeil noch der beste wenn auch nicht ebenbürtige Ersatz für das Pulver **).

384. Die Anwendung des Pulvers beim Grubenbetriebe ist, abgesehen von den Wetterexplosionen, welche, fast stets durch die Schiessarbeit veranlasst, schon so viele Opfer gefordert haben, auch noch die Ursache zahlreicher Einzelunglücksfälle, welche häufig durch die Unvorsichtigkeit der Arbeiter hervorgerufen werden. Wir wollen nachstehend die sämmtlichen zu beachtenden Vorsichtsmaassregeln zusammenfassen:

Vorab muss als Princip festgehalten werden, dass nur in einem frischen, unverdorbenen Wetterstrome geschossen werden darf. Jeder Wetterstrom, welcher schon Grubengas entwickelnde Arbeitspunkte

*) Dieses Mittel scheint, nachdem es in neuester Zeit bei Saarbrücken in vervollkommneter Weise nochmals probirt worden, technisch doch nicht unanwendbar zu sein, wenn es auch in ökonomischer Hinsicht mit der Pulverarbeit nicht zu vergleichen ist. L.

**) Inzwischen ist, ebenfalls von Belgien her, der Levet'sche Keil zum Abdrücken unterschrämter Kohlenstösse aufgekommen und hat mehrfach befriedigende Resultate ergeben. Die Legekeile der „*aiguille-coin*" haben bei dem Levet'schen Instrumente ihr dickes Ende an der Mündung des Bohrloches und zwischen ihnen wird ein dritter Keil herausgezogen. Zu diesem Zwecke setzt sich das dünne Ende des letzteren in eine Kolbenstange mit Kolben fort, welcher in einem starken Cylinder steckt. An dem Cylinder ist seitlich eine kleine hydraulische Presse befestigt, mit welcher durch Hin- und Herbewegen eines Hebels von Hand Wasser aus einem Eimer oder dergleichen vor den Kolben gepresst werden kann. Der Ziehapparat stemmt sich hierbei gegen die Vorderenden der beiden Legekeile und der Mittelkeil wird herausgezogen, so dass die Vorgabe des Bohrloches abgedrückt wird. L.

bestrichen hat, muss als ungeeignet zur Bestreichung einer mit Pulver betriebenen Arbeit betrachtet werden, wie lebhaft er auch immer sein mag.

Angenommen nämlich, dass in einem solchen Falle die Wetter in Folge der lebhaften Circulation für gewöhnlich allerdings ungefährlich seien, so muss doch berücksichtigt werden, dass sie sich verschlechtern und explosibel werden können entweder durch eine unvorhergesehene Störung des Wetterzuges in Folge eines Bruches in einer Strecke, unrichtiger Stellung einer Wetterthür u. s. w., oder in Folge eines plötzlichen und aussergewöhnlichen Austretens von Grubengas.

Wenn jene wesentliche Bedingung erfüllt ist, so müssen noch folgende Maassregeln ergriffen werden:

1. Jedesmal vor dem Anzünden eines Schusses ist mit der Sicherheitslampe zu untersuchen, ob auch keine Spur schlagender Wetter in der Arbeit und ihrer Umgebung zu entdecken ist; zur Vornahme dieser Untersuchung muss ein zuverlässiger, erfahrener Mann bestimmt werden.

Obgleich nämlich die Arbeit von frischen Wettern bestrichen sein mag, können doch angehauene Klüfte so viel Gas ausströmen lassen, dass sich beispielsweise an der Firste der Arbeit kleinere Ansammlungen schlagender Wetter bilden.

2. Wenn das Vorhandensein schlagender Wetter constatirt wird, so muss das Schiessen unbedingt unterbleiben, bis die Gefahr durch einen lebhafteren Wetterzug beseitigt ist.

Ist keine Spur von Schlagwettern zu entdecken, so kann das Schiessen vor sich gehen. Dabei sind nun wiederum folgende Vorsichtsmaassregeln zu beobachten, von denen die meisten schon früher erwähnt sind, die aber zweckmässiger Weise hier noch einmal zusammengestellt werden:

1. Die Pulverladung werde nur so stark genommen, als zur Auflockerung oder Absprengung der Vorgabe unbedingt nöthig ist.

Eine zu starke Ladung bringt ein unnöthiges Umherschleudern und damit Gefahren hervor.

2. Man wende Patronen an und verstreue kein Pulver längs der Bohrlochswandung und in der Umgebung.

3. Zum Besetzen nehme man weiche Substanzen, welche keine Funken reissen.

4. Raumnadeln dürfen nie aus Eisen, sondern nur aus Kupfer bestehen. Auch die Stampfer sollen von einem weichen Material, am besten Kupfer oder Holz, sein.

5. Die ersten Partien des Besatzes sind mit Vorsicht einzubringen.

6. Man blase niemals auf den Zündschwamm.

7. Jeder hat sich ausser Bereich der etwa doch umhergeschleuderten Stücke zu begeben. Zu diesem Zwecke ist nöthigenfalls ein besonderer Ort herzurichten.

In einem Querschlage dient gewöhnlich die letzte aus demselben abgehende Flötzstrecke als Zufluchtsort. Ist diese zu weit entfernt, so müssen von Zeit zu Zeit seitliche Nischen in dem Querschlage ausgehauen werden. Das Stehenbleiben in dem Querschlage selbst ist unzulässig, da der gefährdete Bereich unbestimmbar ist und zuweilen einzelne Stücke sehr beträchtliche Strecken weit geschleudert werden.

Bei Schachtabteufen empfiehlt es sich für denjenigen, welcher die Schüsse ansteckt, sich auf der Fahrt, deren Erreichung bequem zu machen ist, zurückzuziehen. Die Benutzung der Tonne ist in diesem Falle gefährlich: ein falsch oder gar nicht verstandenes Signal kann hier schweres Unheil herbeiführen.

In dieser Hinsicht ist die elektrische Zündung für Abteufen sehr empfehlenswerth, denn der Rückzug ist auch auf der Fahrt, man mag Alles noch so gut einrichten, immer weniger sicher, als in einer Strecke.

8. Wenn ein Schuss versagt hat, soll man sich nicht vor Ablauf einer halben Stunde wieder vor Ort begeben.

Schon viele Unglücksfälle sind dadurch entstanden, dass Arbeiter zu eilig zu einem Versager zurückliefen. Es kann eine einfache Verzögerung in der Zündung vorliegen. In dieser Beziehung ist äusserste Vorsicht anzuempfehlen und darauf zu achten, dass obige Wartezeit genau eingehalten werde.

9. Ein nicht losgegangener Schuss darf niemals ausgebohrt werden. Es muss vielmehr ein neues Bohrloch daneben gesetzt werden. Das Ausbohren eines Versagers führt fast immer zu einem Unglücksfalle.

Neuntes Capitel.

Die Ausbeutung der Kohlenflötze.

385. In den vorhergehenden Capiteln haben wir die Arbeiten kennen gelernt, welche nothwendig sind oder sein können, um die Flötze (durch Schächte und Querschläge) aufzuschliessen (auszurichten); nunmehr wird ihre Ausbeutung zu betrachten sein.

Es ist dies das wichtigste und zugleich das für die Darstellung schwierigste Capitel, denn die vorkommenden Baumethoden sind ausserordentlich verschieden. Dies beruht auf der Verschiedenheit, welche die Flötze in Bezug auf Mächtigkeit, Zusammensetzung, Einfallen, Verlauf im Streichen, Beschaffenheit des einschliessenden Gebirges, Vorkommen schlagender Wetter u. s. w. zeigen.

Die genaue Beschreibung jeder Abbaumethode im Besonderen würde ohne Zweifel sehr interessant sein, aber über den Rahmen dieses Werkes hinausgehen; sie würde dazu führen, alle möglichen Grubenverhältnisse im Einzelnen zu betrachten und die Existenzberechtigung jeder der vorkommenden Abbaumethoden zu untersuchen. Statt dessen kann hier nur unsere Aufgabe sein, die allgemeinen leitenden Principien zusammenzufassen und den Einfluss der verschiedenen natürlichen Verhältnisse, die Abweichungen von den allgemeinen Regeln, welche sie herbeiführen können, uns klar zu machen.

Wir werden zu diesem Zwecke am besten unsere Betrachtung in drei Abschnitte eintheilen:

In dem ersten Abschnitte werden wir den allgemeinen Gang des Betriebes auf Kohlenflötzen und die verschiedenen dabei vorkommenden Arbeiten kennen lernen.

Der zweite Abschnitt wird die Betrachtung des Einflusses, welchen die verschiedenen natürlichen Verhältnisse auf diese Arbeiten ausüben können, umfassen.

Diese beiden ersten Abschnitte, welche für sich allein das gegenwärtige Capitel bilden sollen, werden nur allgemeine, von der Abbaumethode unabhängige Thatsachen besprechen. Erst hiernach werden — in dem dritten Abschnitte — einige der gebräuchlichsten und interessantesten Abbaumethoden speciell betrachtet werden, wobei sich zeigen wird, wie die aufzustellenden allgemeinen Principien auf die Einzelfälle Anwendung finden.

Dieser dritte Abschnitt wird der Gegenstand eines besonderen Capitels (des zwölften) sein, zu dessen vollkommenem Verständniss vorher aber noch die unterirdische Förderung und die Wetterführung (zehntes und elftes Capitel) zu behandeln sein werden.

§. 1.

Allgemeiner Gang des Betriebes auf Kohlenflötzen.

386. Bei der Ausbeutung eines Grubenfeldes kann in zweierlei Weise vorgegangen werden, je nachdem die Flötze sich in geneigter oder in flacher Lagerung befinden.

387. Ausbeutung geneigter Flötze. — Wenn die Flötze ein Einfallen von einiger Bedeutung haben, so schneidet man sie in zwei verschiedenen Niveaus (Sohlen) durch zwei Querschläge, von denen der untere mit dem zur Förderung und zum Einziehen der Wetter bestimmten Schacht oder Schachttrumm, der obere hingegen mit dem ausziehenden Schacht oder Schachttrumm in Verbindung steht (vergl. Fig. 6 und 7, S. 16 und 17).

Der untere Querschlag dient zur Förderung der Kohlen und heisst daher Förderquerschlag, der obere dient zum Abzug des vor den Arbeitspunkten vorübergeführten Wetterstromes und heisst Wetterquerschlag.

Das Niveau, in welchem der erste Wetterquerschlag angesetzt wird, hängt von den örtlichen Verhältnissen und den etwa bestehenden öffentlichen Vorschriften ab; in bewohnten Gegenden lässt man wohl etwa 100 m Seigerteufe zwischen der Oberfläche und den obersten Bauen unverritzt, um Bodensenkungen so viel als möglich zu vermeiden oder wenigstens unbedenklicher zu machen.

Der seigere Abstand zwischen dem Wetter- und dem Förderquerschlage heisst die Sohlenhöhe, wie denn überhaupt der Ausdruck Sohle von dem Niveau des Förderquerschlages auf den ganzen oberhalb desselben bis zum Wetterquerschlag gelegenen Abschnitt übertragen wird. Dieser Abschnitt erhält dann seinen Namen von der Seigerteufe des Förderquerschlages unter der Schachthängebank. So

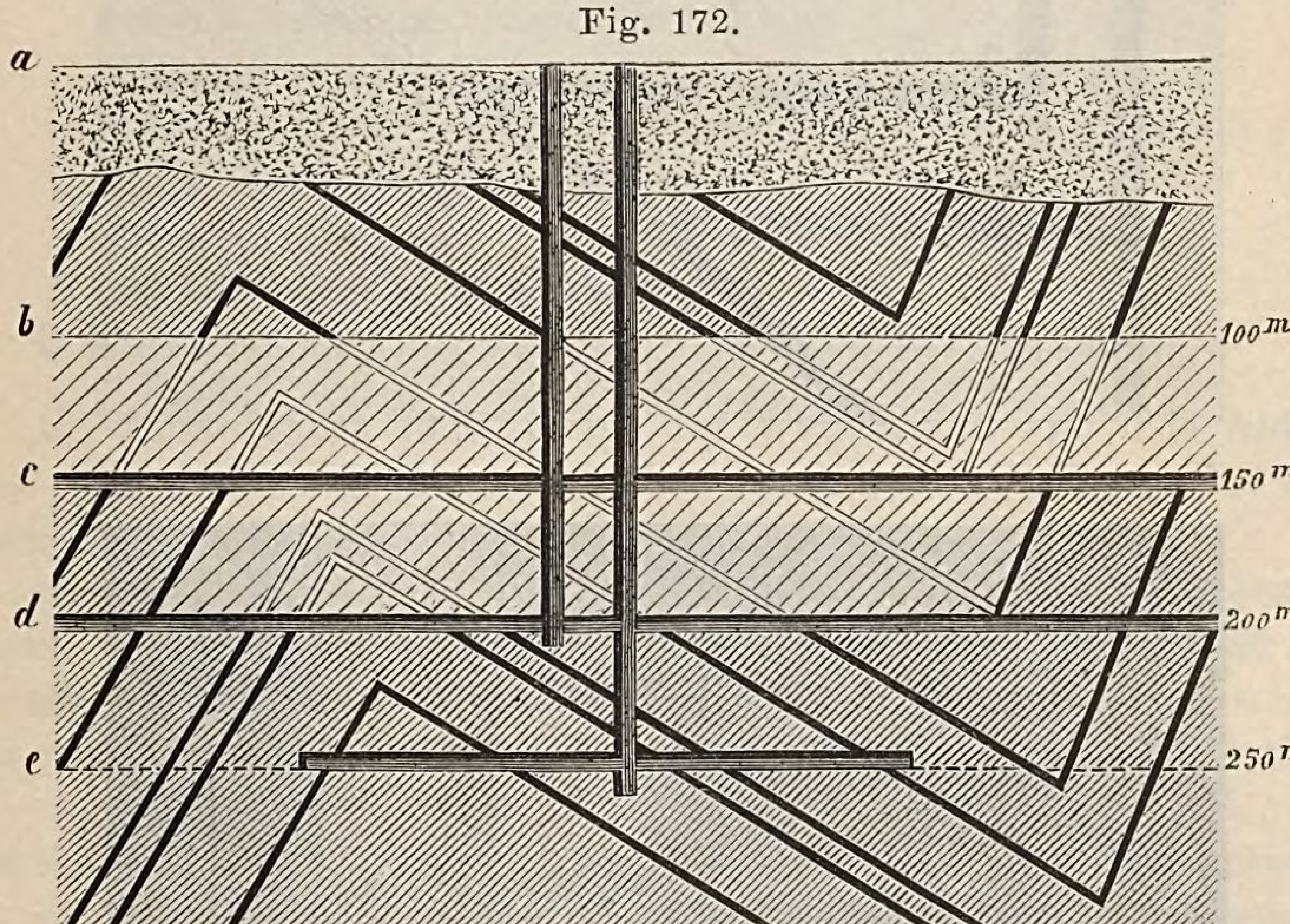
heisst beispielsweise ein Abschnitt, welcher von einem bei 150 m Teufe angesetzten Querschlage aus abgebaut wird, 150 m-Sohle.

Die Höhe einer solchen Bausohle ist sehr verschieden, sie schwankt zwischen 25 und 80 m und darüber; sie hängt von mannigfaltigen, später zu besprechenden Umständen ab.

Die Breite des zwischen zwei Sohlen liegenden Flötzstreifens heisst flache Höhe, Feldes- oder Flügelhöhe und wird nach dem Einfallen des Flötzes gemessen. Sie hängt also von der Sohlenhöhe und dem Einfallwinkel ab. Bei einem mit 45° einfallenden Flötze ist z. B. für eine Sohlenhöhe von 50 m die flache Höhe 71 m.

388. Wenn in der beschriebenen Weise eine Sohle gebildet („gefasst“) ist, so geht man zur Ausbeutung der verschiedenen Flötze

Fig. 172.



über. Inzwischen teuft man aber die Schächte weiter ab und fährt neue Querschläge in einer tieferen Sohle auf, so dass eine neue Sohle bereit steht, wenn die alte abgebaut ist.

Auf diese Weise geht der Betrieb fort, bis das Grubenfeld vollständig erschöpft ist.

Fig. 172 veranschaulicht diesen allgemeinen Gang eines Betriebes auf geneigten Flötzen, dabei bedeutet:

ab den unverritzten Sicherheitspfeiler für die Oberfläche;

bc die erste oder 150 m-Sohle, bereits abgebaut und jetzt Wettersohle für die nächst tiefere;

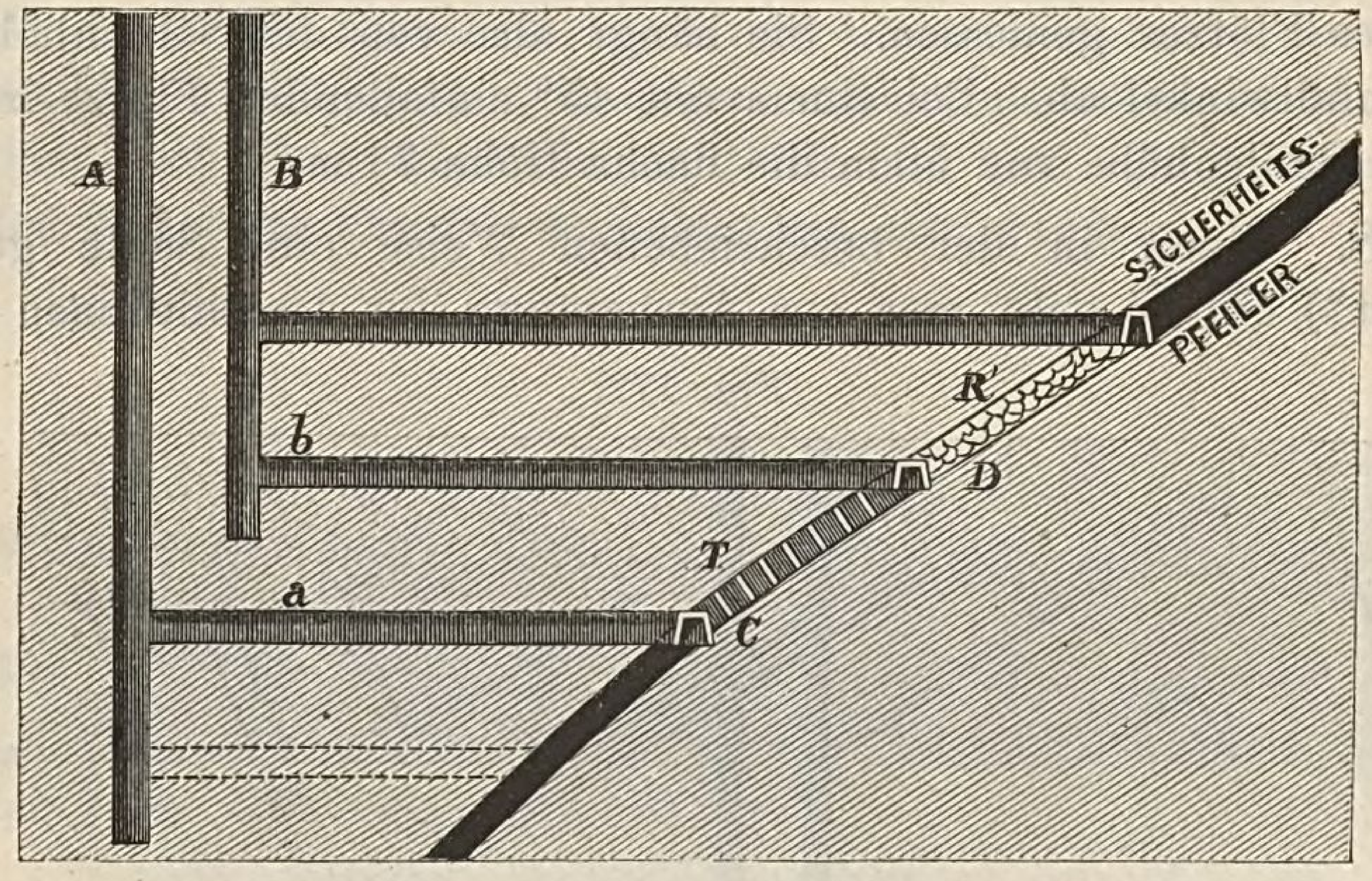
cd die zweite oder 200 m-Sohle, im Abbau begriffen;

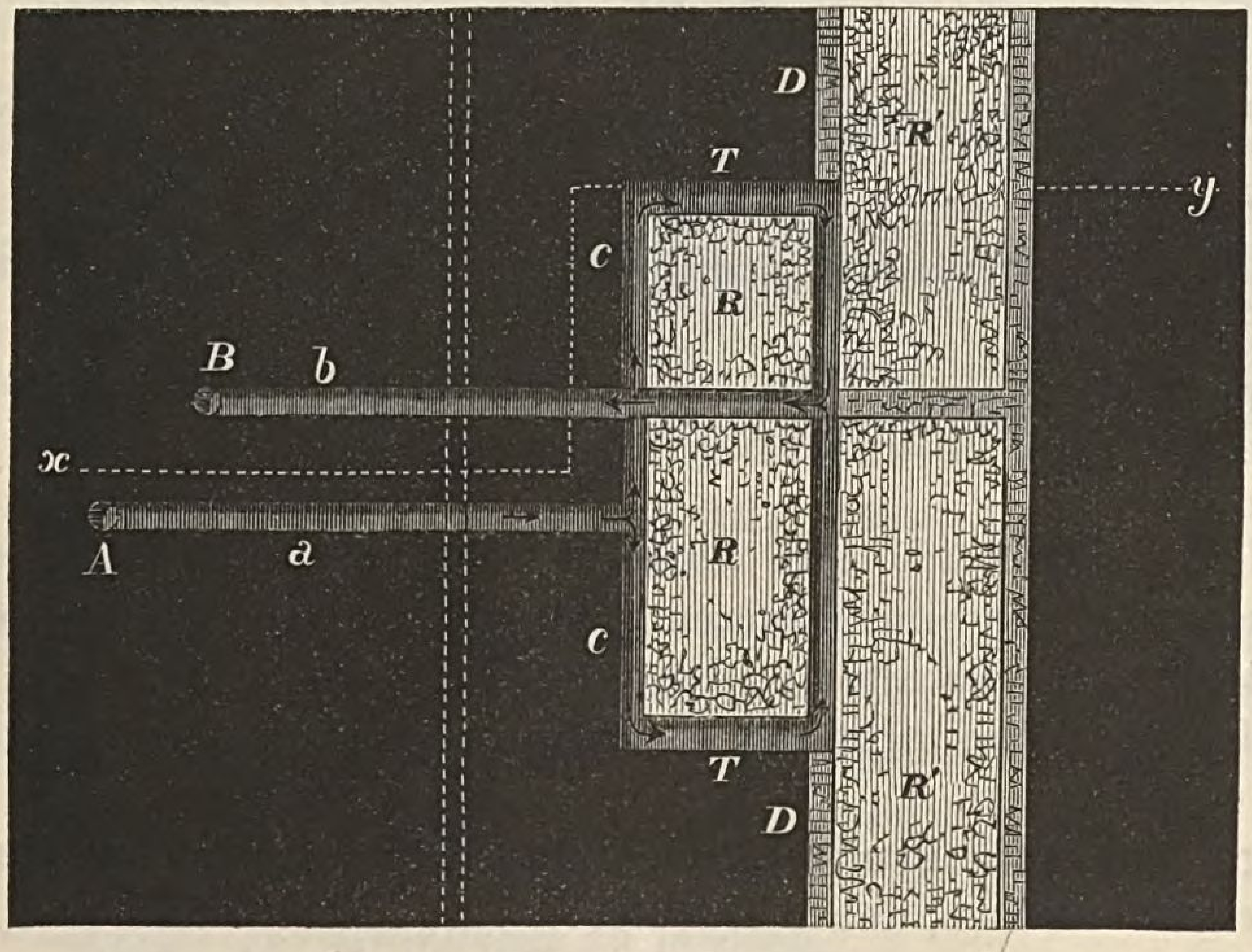
de die dritte oder 250 m-Sohle, in der Aus- und Vorrichtung begriffen.

389. Betrachten wir nun den Betrieb auf einem der Flötze des vorstehenden Beispiels, nachdem dasselbe „ausgerichtet“, d. h. durch den Wetter- und den Förderquerschlag geschnitten ist, etwas näher.

Zunächst setzt man die beiden Schnittpunkte durch eine im Flötz getriebene einfallende Wetterstrecke mit einander in Verbindung.

Fig. 173.





Hierdurch wird eine normale Wetterführung hergestellt; indem der durch den Förderschacht einfallende Wetterstrom durch den Förderquerschlag zu dem Flötze und auf diesem aufwärts zur Wettersohle zieht, von wo er durch den Wetterschacht wieder zu Tage geführt wird. Von diesem Momente an kann der eigentliche Abbau beginnen, indem

die Kohle durch eine Reihe von Abbaustössen herausgenommen wird. Diese Abbaustösse können verschieden angeordnet werden, wodurch die Mannigfaltigkeit der sogenannten Abbaumethoden entsteht.

In dem Maasse, wie der Abbau zu Felde rückt, führt man auf dem Flötz eine von dem Förderquerschlag ausgehende, horizontale Förderstrecke (Grundstrecke) und eine von dem Wetterquerschlage ausgehende, ebenfalls horizontale Wetterstrecke nach.

Fig. 173 giebt ein allgemeines Bild dieses Verfahrens. Die untere Zeichnung ist eine Horizontalprojection der Baue, die obere ist ein Verticalschnitt nach der Linie x y.

A ist der Förder- und einziehende Wetterschacht;
B der ausziehende Wetterschacht;
a der untere oder Förderquerschlag;
b der obere oder Wetterquerschlag;
C C sind die Grund- oder Förderstrecken aus dem Querschlage *a*;
D D die Wetterstrecken aus dem Querschlage *b*;
T T die Abbaustösse;
R R ist der bereits ausgekohlte Flötztheil;
R' R' ist das gänzlich abgebaute Feld der oberen Sohle.

Die Pfeile geben den Verlauf des Wetterzuges an. Die Abbaustösse sind nur der Einfachheit halber durch zwei gerade, in der Einfallsrichtung gezogene Linien dargestellt.

Die Etage zwischen der unteren und der oberen streichenden Strecke wird vollständig abgebaut, bis zu den Markscheiden oder den Grenzen des dem Schachte zugewiesenen Feldes. Während dieser Zeit teuft man den Schacht weiter ab und fährt einen tieferen Querschlag auf, wie dies in der Figur durch Punktirung angedeutet ist. Die früheren Wetterstrecken werden dann später aufgegeben („abgeworfen“) und die bisherigen Förderstrecken treten an deren Stelle. So geht es weiter, bis das Kohlenfeld erschöpft ist.

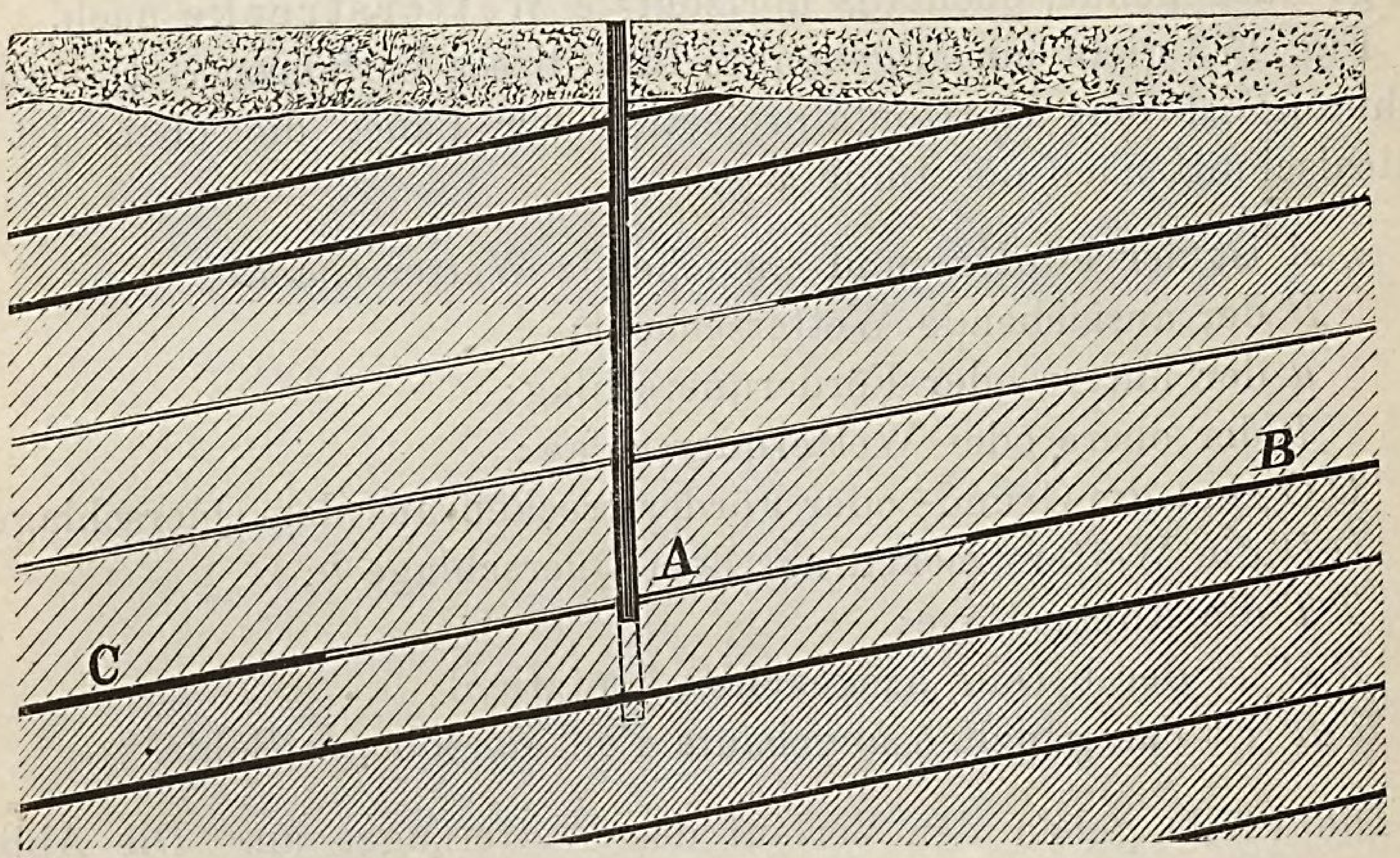
390. Ausbeutung flacher Flötze. — Wenn die Flötze horizontal liegen, fallen die Querschläge fort. Man bringt dann den Förder- und den Wetterschacht gleichzeitig bis auf ein Flötz nieder und stellt in demselben eine Verbindung zwischen beiden her. Hierauf rückt man auf der Lagerstätte in den durch den Bauplan gegebenen Richtungen zu Felde. Während des Abbaues dieses einen Flötzes teuft man die Schächte bis auf das nächst tiefere Flötz ab und nimmt dieses in Angriff, wenn das erstere abgebaut ist.

391. Dieses Verfahren kann auch dann eingeschlagen werden, wenn die Flötze schwach geneigt, aber regelmässig gelagert sind. Das obere Feld *AB* (Fig. 174, a. f. S.) wird dann mit Bremsbergen, welche

die Kohlen in das Niveau des Füllorts *A* schaffen, das untere Feld *A C* dagegen aus einfallenden Strecken abgebaut, aus welch letzteren die Förderung durch Dampf- oder Lufthaspel heraufgezogen wird.

Diese Methode wird in allen den Fällen mit Vortheil angewendet, wo in Folge der gegebenen Verhältnisse die Anlage der zur Förderung

Fig. 174.



aus dem unteren Felde (dem „Unterwerksbau“) erforderlichen Maschinen und die Förderung aus diesen einfallenden Strecken billiger ist, als die Herstellung der zur tieferen Lösung des Flötzes nöthig werdenden Querschläge und die Förderung auf diesem Wege.

392. Mögen die Flötze nun stärker geneigt sein und durch Querschläge gelöst werden, oder flach liegen und theilweise aus einfallenden Strecken gebaut werden, in jedem Falle erfolgt die Sohlenbildung von oben nach unten.

Die Gründe hierfür sind einfach: Da die Kohlenbecken meist sehr tief sind, so lässt sich nur in seltenen Fällen im Voraus bestimmen, welches Niveau die tiefste Sohle erhalten wird. Man fängt daher vernünftiger Weise oben an und geht nach und nach tiefer.

Aber auch angenommen, dass es in einem gegebenen Falle möglich wäre, von vornherein die Maximalteufe der Grube zu bestimmen, angenommen z. B., dass in einem Falle die Teufe von 1000 m als untere Grenze des Kohlenvorrathes bekannt sei, so würde es entschieden unökonomisch sein, während der vielleicht zehnjährigen Abteufarbeit ein beträchtliches Capital unproductiv festzulegen und den demnächstigen Betrieb gleich von Anbeginn an mit einem höheren Anlagecapital zu belasten. Es versteht sich vielmehr von selbst, dass die Ausbeutung des Feldes so früh als möglich zu beginnen hat, so dass

die weiteren Aufschlussarbeiten successive aus den laufenden Betriebseinnahmen amortisirt werden.

Noch andere Uebelstände würden mit der Sohlenbildung von unten herauf verbunden sein: Man würde z. B. Verbesserungen hinsichtlich der Schachtförderung sich nicht zu Nutze machen können. Man würde die Förderung aus den grössten Teufen mit Maschinen beginnen, welche zwar dem derzeitigen Stande der Technik entsprechen, aber im Laufe des Betriebes die grössten Vervollkommnungen erfahren können, ohne dass von denselben Gebrauch zu machen wäre. Beim umgekehrten Verfahren hält dagegen das Wachsen der Aufgaben gleiches Tempo mit den Fortschritten der Technik und kann man daher diese letzteren in jedem Augenblick zur Anwendung bringen.

Bei Gruben mit Schlagwettern würde die Sohlenbildung von unten herauf überhaupt nicht angängig sein, weil das in den unteren Bauen sich ansammelnde Gas die grössten Gefahren bergen und möglicher Weise den Abbau der höheren Etagen ganz unausführbar machen würde.

Früher haben allerdings einige Bergwerksbetreiber, ungeachtet der oben aufgeführten Vortheile der anderen Methode, ihre Schächte direct bis zu grosser Teufe niedergebracht und die Sohlenbildung von unten herauf begonnen *). Man wählte dieses Verfahren, um nicht von den eindringenden Wassern belästigt zu werden. Es wird sich jedoch später Gelegenheit finden, zu zeigen, dass dieser Zweck auf rationellere Weise erreicht werden kann.

393. Die Sohlen erhalten, wie oben erwähnt, seigere Höhen von 25 bis 80 m und darüber, variiren also hierin sehr.

Die wichtigsten, in dieser Beziehung maassgebenden Erwägungen sind folgende:

Wenn die Sohlenhöhe zu gering ist, so wiederholen sich die Aus- und Vorrichtungsarbeiten zu oft.

Dieser Gesichtspunkt kann bei denjenigen Gruben sehr wichtig werden, wo in Folge der natürlichen Verhältnisse und der davon abhängigen Abbaumethoden die Berge zu Tage gefördert werden müssen. Aber auch sonst ist es von grösstem Interesse, die Kosten für Aus- und Vorrichtung möglichst zu beschränken, denn dieselben belasten die Selbstkosten oft in bedenklicher Weise. Auch sucht man durch jede Aufschlussarbeit immer die grösstmöglichste Kohlenmenge auszurichten, weil dadurch dem Abbau eine grössere Entwickelung gegeben werden kann.

Wenn die Sohlenhöhe zu gross ist, so wird die Herstellung und Unterhaltung der Verbindungswege zwischen der Fördersohle und der Wettersohle schwierig.

*) In Belgien, wo die Oberfläche von zahllosen Bauen der „Alten“ durchwühlt ist. L.

Zu hohe Sohlen führen besonders in solchen Fällen zu Unzuträglichkeiten, wo die Flötze gestörte Lagerung haben und häufig durch Verwerfungen und Verdrückungen unterbrochen sind. In solchen Fällen ist es wünschenswerth, möglichst wenig Abbaustösse über einander zu haben, da ihr Vorrücken zu unregelmässig und es schwierig wird, sie in den durch den Bauplan vorgeschriebenen Abständen zu erhalten. Wenn solche Störungen mit den Abbaustössen überfahren werden müssen, so kostet dies auch zu viel Zeit und Geld, falls die Förderhöhe ein gewisses Maass überschreitet.

Die den Sohlen zu gebende Höhe hängt ferner hauptsächlich von folgenden Umständen ab:

Je steiler die Flötze aufgerichtet sind, desto höher müssen die Sohlen genommen werden, um dem Abbau eine genügende Entwickelung geben zu können. Bei flach liegenden Flötzen ergeben sehr kleine Seigerteufen schon sehr grosse Flügelhöhen. Wo steile und flache Lagerung in einem Grubenfelde abwechseln, wird man daher hohe oder niedrige Sohlen wählen, je nachdem die Plateurs oder die Dressants *) vorherrschen.

Wenn die Flötze nahe bei einander liegen und in Folge dessen die Ausrichtungsquerschläge kurz werden, kann man die Sohlenhöhe geringer nehmen, als wenn die Zwischenmittel mächtig sind und lange Querschläge bedingen. In letzterem Falle sucht man wegen der Kosten und der Zeit, welche die Querschläge jedesmal erfordern, deren Zahl durch grössere Sohlenhöhe möglichst zu beschränken.

Je reicher das Grubenfeld ist, desto länger halten die einzelnen Sohlen vor und desto geringer kann daher ihre Höhe sein.

Endlich hängt die Sohlenhöhe auch von dem Auftreten schlagender Wetter ab:

Flötze mit sehr starker Schlagwetterentwickelung erfordern geringe Sohlenhöhen, denn wenn in solchem Falle die Feldeshöhe bedeutend ist und daher viele Abbaustösse über einander bedingt, so wird der Wetterstrom schon in dem unteren Theile seines Weges zu sehr mit Grubengas geschwängert, um die oberen Punkte noch ventiliren zu können.

Wo kein oder nur geringe Mengen von Grubengas sich entwickeln, kann ohne Bedenken eine grosse Anzahl Abbaustösse über einander auf einem Flötzflügel angesetzt werden.

*) Es wird sich in der Folge, bei Schilderung der Abbauverhältnisse, nicht vermeiden lassen, die ursprünglich speciell auf die belgischen Lagerungsverhältnisse sich beziehenden Ausdrücke „*dressants*“ und „*plateures*“ einfach zu adoptiren. L.

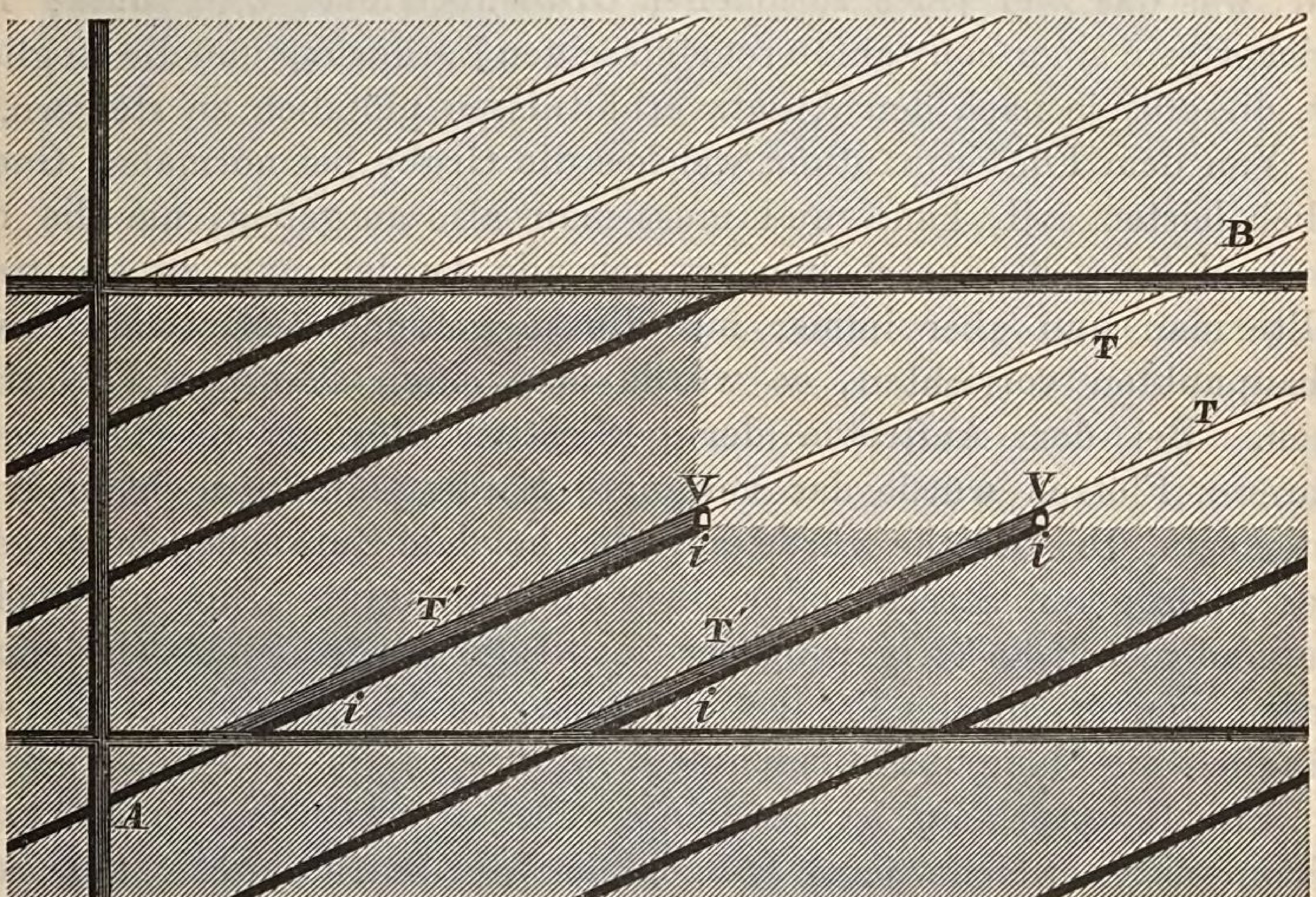
Nach Vorstehendem ist es klar, dass eine bestimmte Regel für die Bemessung der Sohlenhöhe nicht aufgestellt werden kann; es konnten hier aber nur die wichtigsten der in dieser Beziehung leitenden Gesichtspunkte aufgezählt werden. Um diese noch einmal zusammenzufassen, so wählt man:

Grössere Kohlenhöhen bei steilen, weit aus einander liegenden, regelmässigen und grubengasarmen Flötzen.

Geringere Sohlenhöhen bei umgekehrtem Verhalten.

394. Für gewisse Verhältnisse wendet man neuerdings eine Art gemischten Systems mit gutem Erfolge an. Man nimmt sehr hohe Sohlen, z. B. von 80 bis 100 m, baut dieselben aber in zwei oder mehreren Abschnitten, und zwar den oberen zuerst, ab.

Fig. 175.



Es sei z. B. eine Reihe von Flötzen *AB* (Fig. 175) abzubauen. Man schneidet dieselben durch zwei Querschläge von bedeutendem, etwa 90 m Verticalabstand. Zunächst wird dann die obere Theilungssohle *T* unter Auffahrung der streichenden Theilungsstrecken *VV* vollständig abgebaut, wobei die ganze Förderung durch im Flötz liegende Bremsberge *i i* zu der unteren Sohle geschafft wird. Nachdem jene Theilungssohle abgebaut ist, beginnt man mit dem Abbau der unteren Sohle *T'*. Auf diese Weise hat man die Hälfte der Querschläge gespart und kann ausserdem eine grössere Förderung erzielen, da die zeitraubenden Ausrichtungsarbeiten seltener vorkommen. Andererseits verschwinden hier die Uebelstände, weche sonst aus den grossen Sohlenhöhen für den Betrieb erwachsen, da man einfach so viele Theilsohlen

einrichtet und als selbständige Sohlen abbaut, als es zweckmässig erscheint.

395. Aus Vorstehendem ergiebt sich, dass die Arbeiten in zwei wohl unterschiedene Kategorien zerfallen, nämlich in:

1. den eigentlichen Abbau und
2. die Aus- und Vorrichtungsarbeiten, bestehend aus dem Schachtabteufen und dem Auffahren der Querschläge und etwaiger vorausgetriebener Strecken im Flötz (Grundstrecken, Theilungsstrecken, einfallende Strecken, Bremsberge u. s. w.), kurz aus denjenigen Arbeiten, welche das Flötz in einer bestimmten Sohle aufschliessen und zum Abbau vorbereiten*).

396. Von der Lebhaftigkeit, mit welcher diese Aus- und Vorrichtungsarbeiten betrieben werden, hängt es offenbar ab, ob das erreicht wird, was das Ziel jedes rationellen Grubenbetriebes sein muss: Das Gesichertsein einer constanten regelmässigen Förderung und die Möglichkeit, dieselbe je nach den Absatzverhältnissen plötzlich zu steigern.

Von dem Förderquantum, welches die Grube bei normalem Gange täglich leisten soll, kann und muss man also ausgehen, um die den Aus- und Vorrichtungsarbeiten zu gebende Ausdehnung zu ermitteln. Wollte man nun aber immer nur die so gefundene Minimalzahl von Abbaupunkten vorrichten, so würde man einen schweren Fehler begehen. Bei dem Auftreten der geringsten Störung in einem oder mehreren Flötzen würde das verlangte Förderquantum nicht mehr zu leisten sein. Das Gleiche würde eintreten bei dem Zubruchegehen irgend einer wichtigeren Strecke oder eines Abbaupunktes. Eine ungewöhnliche und plötzliche Steigerung der Nachfrage würde niemals ausgenutzt werden können, da die Production durch die Anzahl der im Betriebe befindlichen Abbaupunkte beschränkt wäre.

Ein Hauptprincip ist es daher, dass beständig eine Anzahl Abbaupunkte, welche jeden Augenblick in Betrieb gesetzt werden können, in Reserve gehalten werden muss.

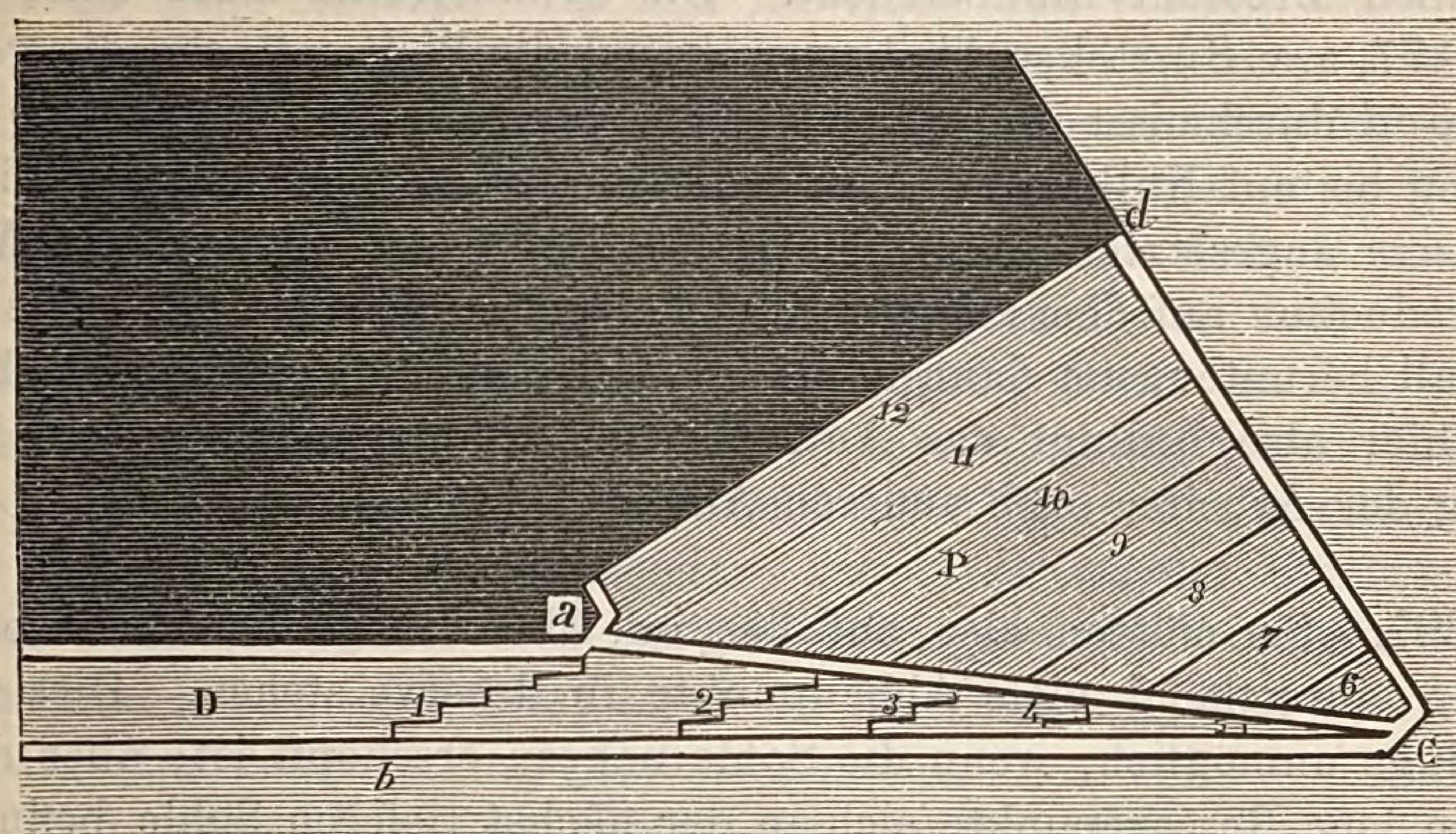
Diese Regel ist besonders für Gruben mit faltenförmiger Flötzlagerung wichtig. Hier hat man nämlich, auch ohne dass irgend eine Verwerfung oder sonstige Störung ins Spiel kommt, Folgendes:

Bei faltenförmiger Lagerung werden die Flötze durch eine Horizontalebene in zickzackförmigen Linien geschnitten, sobald — was so gut wie immer der Fall ist — die Mulden und Sättel nicht genau horizontal verlaufen, sondern nach einer oder der anderen Seite hin

*) In der deutschen Bergtechnik pflegen wiederum die Ausrichtungs- von den Vorrichtungsarbeiten noch schärfer getrennt zu werden. Beim belgischen Bergbau werden beide als „*traveaux préparatoires*“ zusammengefasst, weil hier in Folge der eigenthümlichen, später zu beschreibenden Abbaumethoden die besonderen Vorrichtungsarbeiten meist überhaupt fortfallen. L.

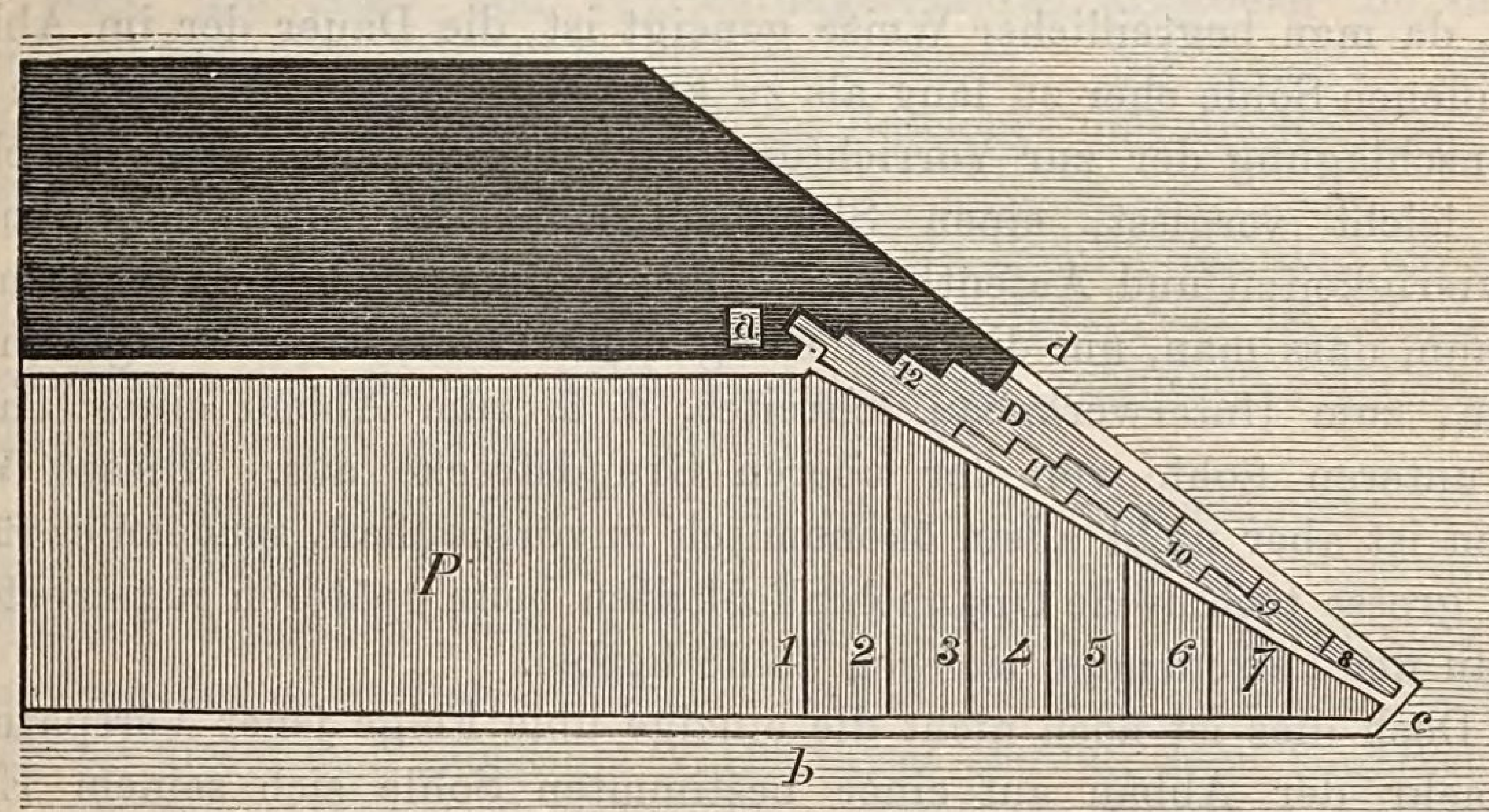
einschieben. Beim Zufelderücken auf einem Dressant *D* (Fig. 176) gelangt man also schliesslich an den Plateur *P*. Nun muss die Grundstrecke im Punkte *a* stehen bleiben, desgleichen successive die sämmtlichen auf dem Flügel *ab* etablirten Abbaustösse da, wo sie auf die Muldenlinie

Fig. 176.



stossen. Erst wenn der letzte (oberste) Stoss hier angelangt ist, können nach und nach die Abbaustösse auf dem anderen Flügel angesetzt werden. Die Grundstrecke bleibt also im Punkte *a* so lange stehen, bis die Wetterstrecke die ganze Länge *bcd* durchlaufen hat, eine Länge

Fig. 177.



von oft mehreren Hundert Metern. Wenn die flache Höhe des Plateurs dreimal so gross ist als die des Dressants, so nimmt die Förderung des in Rede stehenden Feldes, welche auf dem Dressant etwa 50 t täglich betragen haben mag, allmälig bis beinahe auf Null ab und wächst dann stufenweise bis auf 150 t. Man muss somit während einer län-

geren oder kürzeren Zeit einen Theil der Arbeiter anderswohin verlegen können, und zwar auf andere Abbaupunkte, damit die Förderung der Grube nicht durch das Anfahren der Muldenlinie verringert werde.

Ganz analog ist die Sache, wenn der Abbau von einem Plateur auf einen Dressant hinüberrückt. Die Grundstrecke muss dann in *a* (Fig. 177, a. v. S.) stehen bleiben, während die Wetterstrecke die ganze Linie *bcd* durchmisst und während die Abbaufront des Flügels *ab* sich allmälig bis auf Null verkürzt und die darauf auf dem anderen Flügel successive angesetzten Stösse bis in die Linie *ad* vorrücken. Wenn die Production auf dem Plateur 150 t betrug, so geht sie dabei bis fast auf Null herunter, um dann allmälig wieder bis auf 50 t anzuwachsen. Auch hier also bedingt das Antreffen der Umbiegungslinie eine Verlegung der Arbeiter nach anderen Abbaupunkten.

397. So müssen also auf der im Abbau begriffenen Sohle beständig hinreichend viele Abbaupunkte in Reserve stehen. Dies wird allerdings unmöglich, wenn die Sohle nahezu erschöpft ist; aber dann müssen jene Reservepunkte sich in der nächst tieferen Sohle befinden, die neue Sohle muss mithin vorgerichtet sein, bevor die vorhergehende abgebaut ist.

Trotz der Einfachheit dieser letzteren Regel ist der Verlauf in Wirklichkeit häufig genug ein anderer, indem erst dann, wenn die alte Sohle nahezu erschöpft ist, die Aus- und Vorrichtung der folgenden begonnen wird. Man kommt dann fast immer mit diesen Arbeiten zu spät, da man begreiflicher Weise geneigt ist, die Dauer der im Abbau begriffenen Sohle eher zu lang als zu kurz zu schätzen, und da man bei Veranschlagung der zur Vorrichtung der tieferen Sohle erforderlichen Zeit leicht vergisst, einen Sicherheitsfactor für unvorhergesehene Schwierigkeiten und Aufenthalte in Rechnung zu ziehen. So kommt es dann, dass man, um die Förderung nicht allzu sehr zurückgehen zu lassen, zum Unterwerksbau schreitet, d. h. zum Abbau eines Theils der unteren Sohle von der oberen Grundstrecke aus. Dieses Verfahren ist aber nicht allein ökonomisch unvortheilhaft, sondern es führt auch grosse technische Unannehmlichkeiten beim späteren regelrechten Abbau der betreffenden tieferen Sohle herbei.

Doch dies ist noch nicht die einzige üble Folge jener Verspätung. Je mehr der Abbau auf einer bestimmten Sohle sich seinem Ende nähert, desto weiter entfernen sich im Allgemeinen die Abbaupunkte von dem Schachte; Förderung, Unterhaltung und Beaufsichtigung werden daher immer kostspieliger. Und gerade während dieser Periode hat man dann auch noch die grossen Kosten für die Aus- und Vorrichtung einer neuen Sohle zu tragen, so dass häufig beim Zuendegehen einer Sohle mit Zubusse gebaut wird.

Rationell wäre also genau das umgekehrte Verfahren. Je mehr eine Sohle zu Ende geht, desto mehr müssen auch die Ausgaben für Aus- und Vorrichtung abnehmen, um dem Anwachsen der Förder-, Unterhaltungs- und Beaufsichtigungskosten die Wage zu halten.

Auch soll man ja bei einem geregelten Betriebe möglichst wenig Berge zu Tage fördern. Da nun die Aus- und Vorrichtungsarbeiten viel Berge liefern, so werden diese Arbeiten am besten dann betrieben, wenn der Abbau der höheren Sohle noch nahe beim Schachte umgeht. Die Berge können dann mit wenig Kosten in den ausgekohlten Räumen untergebracht werden. Wenn man dagegen mit dem Beginn der weiteren Aus- und Vorrichtung wartet, bis der Abbau schon weit ins Feld gerückt ist, so kann die Förderung der Berge zu den Abbaupunkten so kostspielig werden, dass man vorzieht, sie zu Tage zu heben, wo sie nur lästig sind, während die Abbaue leer bleiben.

Nicht also gegen Ende, sondern beim Beginn des Abbaues einer Sohle, wenn die Selbstkosten am geringsten und die Abbaupunkte noch nahe beim Schachte sind, ist es an der Zeit, die Aus- und Vorrichtung der nächsten Sohle in Angriff zu nehmen.

Nun muss allerdings hinzugefügt werden, dass die allzu stricte Befolgung dieses Princips auch nicht immer am Platze ist. Wenn z. B. eine Sohle 15 oder 20 Jahre vorhalten wird, so ist es selbstredend nicht nöthig, sogleich die Aus- und Vorrichtung der nächsten zu beginnen. Jedenfalls aber muss man Sorge tragen, dass diese ein oder zwei Jahre im Voraus zum Abbau bereit stehe.

398. Die Aus- und Vorrichtungsarbeiten erfordern die unausgesetzte Aufmerksamkeit der Betriebsleitung. Sie gehören zu den Punkten, von denen die Stetigkeit des Betriebes und die Resultate desselben abzuhängen pflegen.

Wie wir gesehen haben, ist die erste Bedingung die, dass stets eine hinreichende Zahl von Abbaupunkten vorgerichtet ist, damit die Förderung nicht nur in regelmässigem Gange gehalten, sondern auch nöthigenfalls rasch gesteigert werden kann.

Ein zweiter Hauptpunkt ist das Tempo, in welchem diese Arbeiten betrieben werden. Dies ist sorgfältig so zu reguliren, dass die betreffenden Ausgaben stets in dem angemessenen Verhältniss zu den Ausgaben des eigentlichen Abbaues stehen. So wird man also Perioden, in denen dieser sich günstiger Verhältnisse erfreut, dazu benutzen, um jene Arbeiten schwunghaft zu betreiben, damit sie ohne Beeinträchtigung der Production später eingeschränkt werden können, wenn in Folge irgend welcher Schwierigkeiten, gestörter Lagerung u. s. w. die Selbstkosten sich steigern sollten.

399. Nachdem ein Flötz durch die nöthigen Gesteinsarbeiten aufgeschlossen und die „Wetterlosung“ durch eine ansteigende Strecke im

Flötz hergestellt ist (389), kann der Abbau beginnen *). — Der Abbau umfasst folgende Operationen:

Die Kohle wird hereingewonnen; sie fällt an dem Punkte, wo sie losgearbeitet wird, in den Arbeitsraum; hat der Abbaustoss eine gewisse Ausdehnung, oder wird die Förderbahn nicht bis an denselben nachgeführt, so müssen die hereingewonnenen Massen, noch bevor sie in die Fördergefässe geladen werden, ein Stück weit fortgeschafft werden.

Durch den Abbau der Kohle entsteht ein entsprechender Hohlraum und mit ihm ein grösserer oder geringerer Druck des hangenden Gebirges, welchem begegnet werden muss. Zu diesem Zwecke wird das Dach gegen das liegende provisorisch durch Holzstempel abgestützt. Hierauf werden die Räume ganz oder theilweise mit tauben Massen ausgefüllt, welche entweder aus dem Flötz selbst (wenn dieses Streifen oder Bänke von Nebengestein enthält), oder von dem Nachreissen des Hangenden und Liegenden in den Flötzstrecken, oder von Ausrichtungsarbeiten oder endlich von Tage her stammen **).

In dem Maasse, wie die Abbaustösse zu Felde rücken, müssen die das Feld unten und oben begrenzenden Förder- und Wetterstrecken nachfolgen.

Im Allgemeinen sind also die Operationen folgende:

1. das Hereingewinnen der Kohle;
2. der Transport der Kohle bis an die Förderstrecke;
3. das Verbauen der Arbeitsstätten mit Holz;
4. das Ausfüllen mit Versatzmaterial (Bergen);
5. das Nachführen der Strecken.

Diese Reihe von Operationen wird nun näher zu betrachten sein, und zwar vorerst hinsichtlich aller derjenigen Umstände, welche von der jeweiligen Abbaumethode unabhängig sind.

400. I. Hereingewinnung der Kohle. — Von den aufgezählten Arbeiten erfordert diese die besten Arbeiter (Hauer); sie verlangt die meiste körperliche Kraft, die meiste Sorgfalt und die meiste Intelligenz.

Die Hauer bilden daher die erste, am besten bezahlte Classe der Arbeiter.

Die Hereingewinnung kann je nach den natürlichen Verhältnissen des Vorkommens auf verschiedene Weise bewerkstelligt werden.

*) Falls nicht das Feld durch weitere Strecken im Flötz vorher noch in einzelne Abschnitte zerlegt wird, welche Arbeiten (die eigentliche Vorrichtung), wie schon S. 232 in der Anmerkung gesagt, bei den belgischen Abbaumethoden meist wegfallen. L.

**) Die bei uns gebräuchlichste Abbaumethode ohne Bergeversatz (der Pfeilerbau) ist hier einstweilen unberücksichtigt gelassen. Vergl. jedoch Nr. 404. L.

401. Bei schwachen Flötzen muss das Nebengestein angebrochen werden, um die nöthigen Strecken herstellen zu können. Hierbei fallen Berge, welche mit dem Vorrücken des Abbaues in den Hohlräumen versetzt werden.

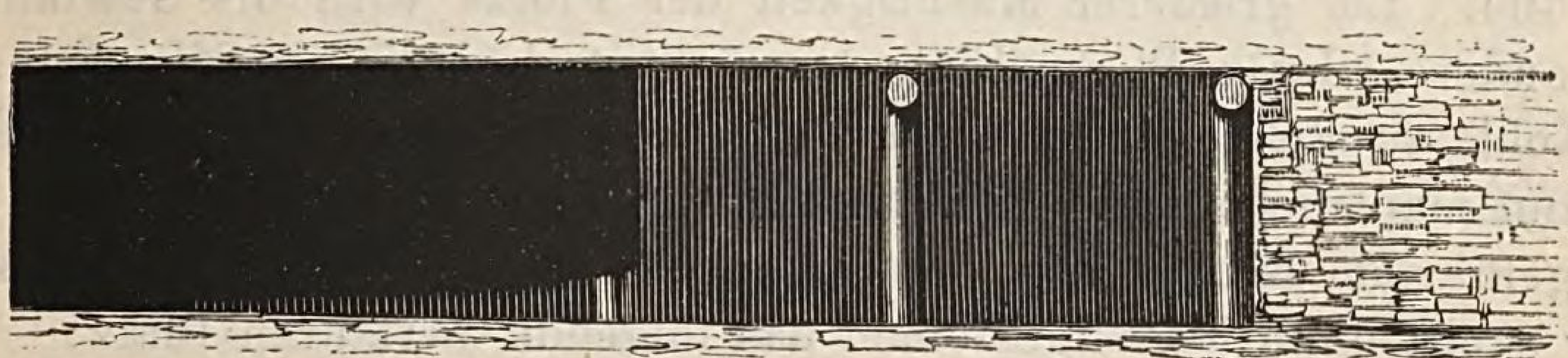
Der Abbau geschieht mittelst mehr oder weniger ausgedehnter Stösse (Angriffsfronten). Dieselben rücken im Allgemeinen vom Schachte aus immer weiter zu Felde, indem sie den Bergeversatz im Rücken lassen.

Das Losarbeiten der Kohle erfolgt fast immer in zwei Stadien. Zunächst wird in das Flötz parallel mit seiner Lagerungsebene eingeschnitten. Dieser Einschnitt wird so niedrig und so tief als möglich gemacht. Er heisst Schram und bezweckt, die Kohle ausser nach der Angriffsfront auch nach unten oder oben hin freizulegen, hierdurch die Hereingewinnung zu erleichtern und zugleich das Erzielen grösserer Stücke zu befördern. Zum Hauen des Schrams wählt man irgend eine im Flötz liegende Schicht milden Schiefers oder, wenn eine solche nicht vorhanden, eine Ablösung zwischen zwei Kohlenbänken oder einen weicheren Kohlenstreifen.

Der Schram wird am liebsten auf dem Liegenden des Flötzes geführt. Der hangende Theil wird provisorisch durch kurze Holzspreizen — wenn in einer Gesteinsschicht geschrämt wird — oder durch schmale, stehen gelassene Kohlenpfeiler — wenn der Schram in der Kohle liegt — unterstützt (Fig. 178).

Wenn in Folge der Zusammensetzung des Flötzes der Schram ans Hangende zu liegen kommt, so muss die liegende Kohle mit Hebeisen

Fig. 178.



losgemacht werden. Dies ist weniger günstig, als wenn der Schram am Liegenden geführt werden kann, denn in diesem Falle hilft die Schwerkraft das Flötz zum Hereinfallen bringen und brauchen oft nur die Spreizen weggeschlagen zu werden, um es in einem Block sich loslösen zu lassen.

402. Zuweilen bietet die Zusammensetzung des Flötzes absolut keine Gelegenheit zur Anbringung eines Schrams. In solchem Falle sucht man zunächst einen rechtwinkelig zur Flötzebene gerichteten Schlitz herzustellen. Ausnahmsweise, wenn man nicht anders vorgehen kann, gewinnt man auch wohl die Kohle direct aus dem Ganzen, ohne den Stoss vorher nach oben, unten oder seitwärts frei-

zulegen. Diese Methode ist jedoch, wie gesagt, nur im Nothfall anzuwenden; wo nur eben möglich, muss geschrämt werden. Das Schrämen vermindert die Gewinnungskosten und lässt gleichzeitig eine stückreichere und reinere Kohle erzielen.

403. Das Schrämen und Abkohlen wird oft von ein und denselben Arbeitern ausgeführt. Die erstere dieser Operationen erfordert die grössere Umsicht, denn es kommt vor, wie erwähnt wurde, dass ein gut unterschrämtes Flötzstück von selbst hereinfällt.

In anderen Fällen werden die beiden Operationen getrennt und auf zwei verschiedenen Arbeitsschichten ausgeführt. Das Schrämen geschieht dann meist in der Nacht. Die dabei fallenden Berge werden unter den Versatz geworfen. Am Tage wird dann lediglich abgekohlt.

Diese letztere Methode hat in vieler Hinsicht grosse Vorzüge. Die Arbeitstheilung wirkt günstig auf die Qualität der Arbeit. Die beim Schrämen fallenden Berge gerathen nicht so leicht unter die Kohlen. Das Abkohlen erfolgt auf der Tagschicht in einer vollständig sauberen Arbeit.

Diese Methode empfiehlt sich daher überall, wo der Kohlenstoss nicht schon während des Schrämens hereinbröckelt, was bei manchen Flötzen auf keine Weise zu vermeiden ist. In diesem letzteren Falle müssen dieselben Arbeiter abwechselnd schrämen und abkohlen. Bei so geringem Zusammenhange der Kohle dient natürlich das Schrämen im Grunde nicht mehr dazu, den Stoss freizulegen, sondern nur die Bergestreifen zu entfernen.

404. Bei grösserer Mächtigkeit der Flötze wird die Gewinnung eine andere. Ist z. B. ein Flötz so mächtig, dass die Strecken ganz in die Kohle zu stehen kommen, also keine Berge für den Versatz liefern, so kann man nicht mehr mit breiten Abbaustössen (Strebstössen) und nachgeführtem Bergeversatz vom Schachte aus zu Felde rücken. Vielmehr greift dann im Allgemeinen das folgende Verfahren Platz:

In dem Flötze wird zuerst, meist im Streichen, eine Reihe breiter oder schmaler Strecken (Abbaustrecken) aufgefahren, welche sogenannte Pfeiler zwischen sich lassen, so dass das Hangende unterstützt bleibt. Nachdem man mit diesen Strecken bis zur Grenze des Feldes oder eines künstlich gebildeten Abschnittes vorgerückt ist, baut man die Pfeiler rückwärts ab und lässt das Hangende hinter sich zu Bruch gehen.

Dies ist das allgemeine Princip des Pfeilerbaues. In der Anwendung weist dasselbe zahlreiche Variationen auf, sowohl hinsichtlich der Richtung der Abbaustrecken als hinsichtlich ihrer Breite im Verhältniss zu der Breite der Pfeiler, als auch hinsichtlich der Wetterführung u. s. w.

Diese Variationen gehören in das Capitel der Abbaumethoden und werden dort besprochen werden. An dieser Stelle handelt es sich noch lediglich um die Arbeit der Kohlegewinnung vor den gegebenen Abbaustössen.

Wie man sieht, kommen beim Pfeilerbau zweierlei Abbaustösse nach einander vor. Die ersten werden in Form von Abbaustrecken feldwärts getrieben, die zweiten wenden sich dagegen im Grossen und Ganzen rückwärts, zum Verhiebe der Pfeiler.

Es besteht ein merklicher Unterschied zwischen den Ergebnissen des Abbaustreckenbetriebes und des Pfeilerverhiebes. Bei der ersteren Arbeit erfolgt die Gewinnung unter ungünstigen Bedingungen, da man sich ins anstehende Flötz hineinarbeiten muss. Beim Pfeilerabbau hingegen liegt die Kohle rechts und links frei und ist in ihrem Zusammenhange durch den Druck aus dem Hangenden schon gelockert. Man erleichtert sich die Gewinnung in den Abbaustrecken, indem man diese breiter nimmt. Wenn aber hierdurch die Pfeiler zu schwach ausfallen, so gerathen diese leicht in so grossen Druck, dass sie nachher fast nur Kleinkohle liefern. Die verschiedenen Variationen des Pfeilerbaues haben hauptsächlich den Zweck, in jedem einzelnen Falle den geeigneten Mittelweg zwischen diesen entgegengesetzten Einflüssen zu verfolgen.

405. Es braucht kaum erwähnt zn werden, dass auch der Abbaustreckenbetrieb und der Pfeilerabbau durch vorausgehendes Schrämen erleichtert werden, falls das Flötz sich dazu eignet. Was in dieser Hinsicht bei den schwachen Flötzen gilt, findet in allen Punkten auch hier Anwendung.

406. Wenn die Mächtigkeit noch weiter steigt, etwa bis auf 5 oder 6 m, und wenn gleichzeitig die Lagerung flach ist, so kann ebenfalls Pfeilerbau ohne Bergeversatz angewendet werden, jedoch mit folgender Modification:

Die Abbaustrecken werden auf dem Liegenden des Flötzes mit der für den Betrieb erforderlichen Höhe aufgefahren, während der obere Theil des Flötzes einstweilen hängen bleibt.

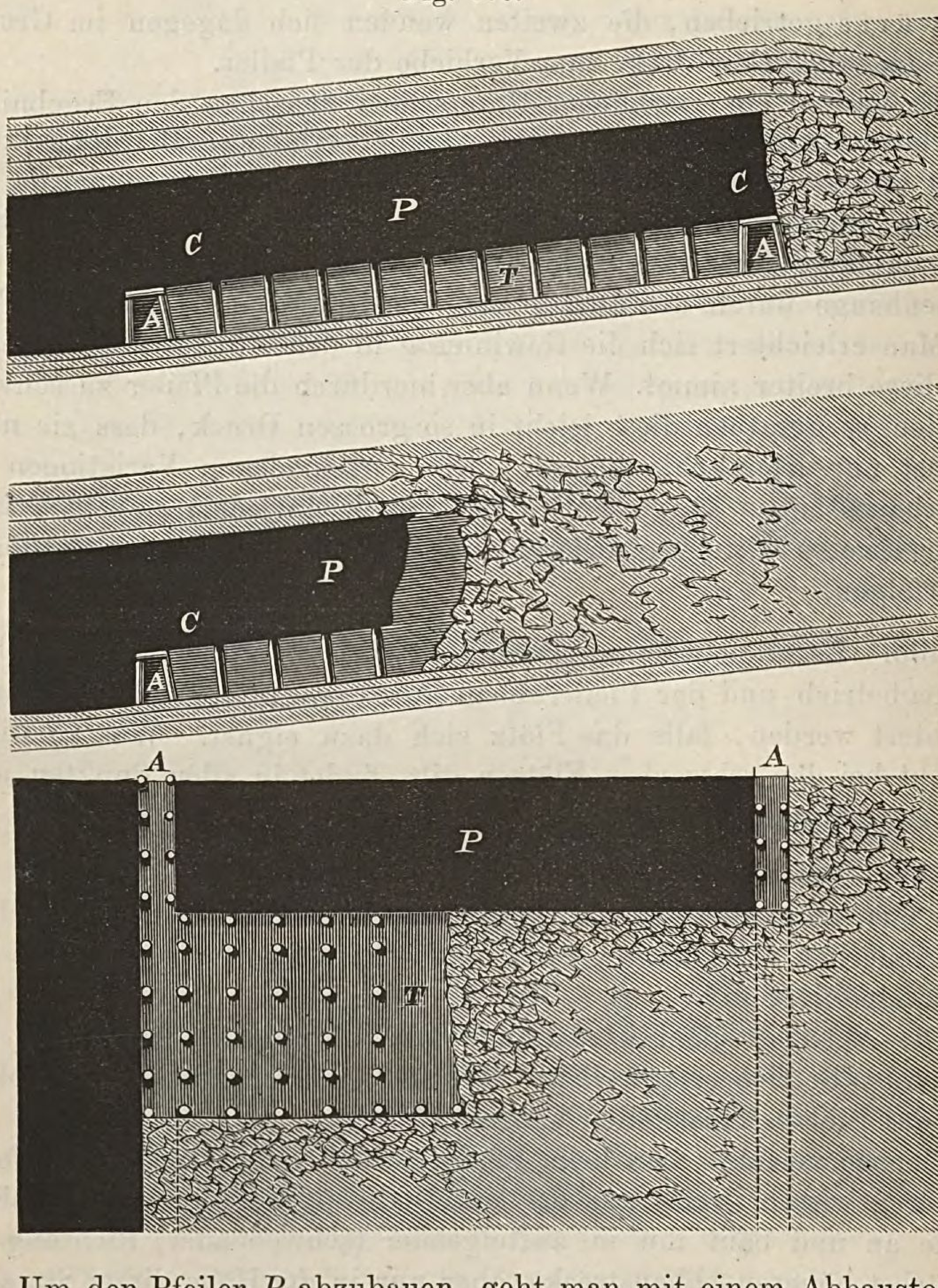
Ebenso verfährt man beim Pfeilerverhieb. Man greift den Pfeiler in einer gewissen Breite aus der unterhalb entlang laufenden Abbaustrecke an und baut ihn in ansteigender (schwebender) Richtung bis zur nächst höheren Abbaustrecke, aber nur in der Höhe dieser Strecken ab. Das dabei hängen bleibende „Oberkohl“ wird nöthigenfalls durch Stempel abgestützt. Oben angekommen, wendet man sich zurück und nimmt im Abwärtsgehen das „Oberkohl“ herein. Das Hangende lässt man dabei hinter sich zu Bruch gehen, doch begrenzt man nöthigenfalls die entstehenden Brüche durch Stempelreihen, welche wiedergewonnen werden.

Fig. 179 veranschaulicht diese Methode (*exploitation par rabatage* *).

AA sind zwei streichende, den Pfeiler nach dem Einfallen begrenzende Abbaustrecken.

BB sind die schon abgebauten und zu Bruch gegangenen Partien.

Fig. 179.



Um den Pfeiler *P* abzubauen, geht man mit einem Abbaustosse *T* von bestimmter Breite in die Höhe bis an den „alten Mann" des nächst höheren Pfeilers. Das Oberkohl *CC* bleibt dabei hängen, wird aber darauf rückwärts hereingewonnen, indem man das Holz Schritt für

*) Im Deutschen wohl am besten als „Firstenrückbau" zu bezeichnen. L.

Schritt wegnimmt. Das Hangende geht hinterher zu Bruche, wie in Fig. 179 dargestellt.

407. Diese Gewinnungsweise ist ökonomisch äusserst günstig. Sie liefert grosse Fördermengen und im Allgemeinen grosse Stücke. Oft genügt es, die Stempel wegzureissen, um das Oberkohl von selbst und in grossen Blöcken, welche nur zerlegt und geladen zu werden brauchen, hereinfallen zu lassen. Das Verfahren ist jedoch — die nöthige Flötzmächtigkeit selbstredend vorausgesetzt — nur unter gewissen Bedingungen anwendbar. Die Kohle muss z. B. hart sein und sich gut vom Hangenden ablösen. Vor Allem muss dieses letztere standhaft genug sein, um nicht sofort nach der Hereingewinnung des Oberkohls und noch vor der gefahrlosen Wegförderung desselben niederzubrechen.

408. Es bleiben nun noch die allermächtigsten Flötze übrig. Früher baute man dieselben ohne Bergeversatz, indem man die Kohle niederbrechen und auch das Hangende zu Bruch gehen liess, ähnlich wie dies bei dem Firstenrückbau (*par rabatage*) der Fall ist. Jene Methode („*par foudroyage*") ist gegenwärtig allgemein abgeschafft. Sie gestattete nur die Gewinnung von 30 bis 40 Proc. der in dem Flötze enthaltenen Kohle, der Rest musste in den Brüchen und den nothwendig werdenden Schutzpfeilern aufgegeben werden und gab durch Selbstentzündung oft Veranlassung zu Grubenbrand.

409. Gegenwärtig werden solche fast stockförmige Kohlenablagerungen successive in horizontalen, verticalen, oder den Schichten parallelen Scheiben abgebaut, welche mit von Tage eingefördertem Material versetzt werden.

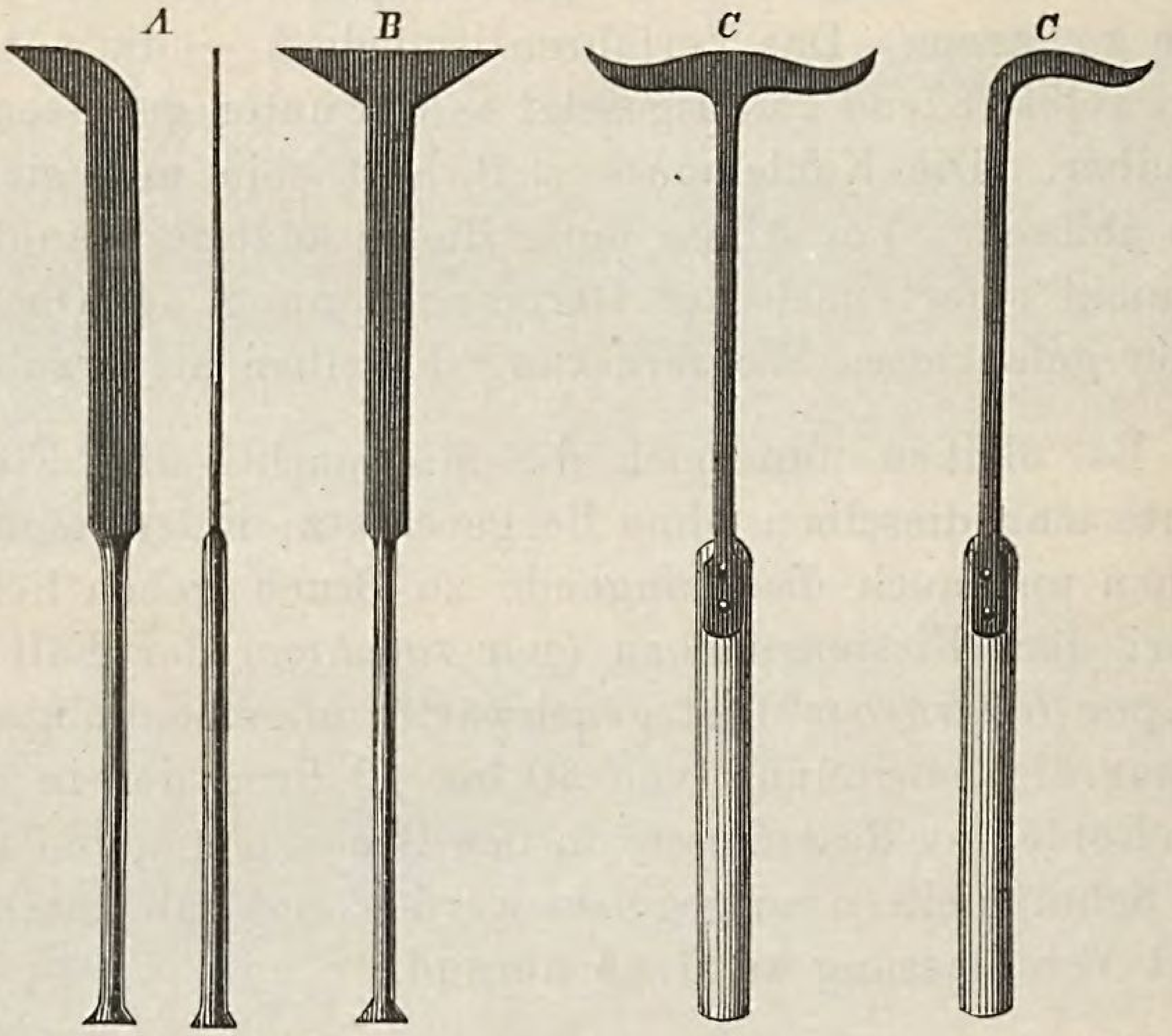
Die einzelnen Scheiben erhalten eine der Höhe oder Breite einer Strecke gleichkommende Dicke und werden jede für sich wie ein besonderes Flötz abgebaut. Bei flach liegenden Scheiben kann man die Dicke auch etwas grösser nehmen und die obere Hälfte im Rückbau (*par rabatage*) hereingewinnen.

Später werden einige Beispiele für diese Baumethode angeführt werden, schon hier aber ist zu constatiren, dass dabei die Arbeit der Kohlengewinnung, je nach der Dicke, welche die einzelnen Scheiben erhalten, dem Verfahren bei schwachen oder dem bei mittelstarken Flötzen entspricht.

410. Die bei der Kohlengewinnung benutzten Gezähe sind von zweierlei Art. Die einen dienen zur Herstellung des Einbruchs, zum Schrämen, die anderen zur eigentlichen Hereingewinnung. Wenn Nebengestein nachgerissen werden muss, was beim Ueberfahren einer Störung oder zum Nachführen von Strecken vorkommt, wird eine dritte Sorte von Gezähestücken angewendet, welche später ebenfalls beschrieben werden soll.

411. 1. Gezähe zum Schrämen. — Diese Gezähe bestehen gewöhnlich aus einer platten Eisenspitze (dem „Blatt"), welche ungefähr rechtwinkelig an einem eisernen oder hölzernen Stiele sitzt. Zuweilen besteht der Stiel in seiner unteren Hälfte, wo er mit der Hand geführt wird, aus Holz und oben, mit dem umgebogenen Blatte

Fig. 180.



ein Stück bildend, aus Eisen. Dieses Instrument heisst in Belgien Rivelaine. In Fig. 180 sind einige gebräuchliche Formen desselben abgebildet:

A Rivelaine von Seraing,
B „ „ Mons,
C C Schräminstrumente aus England.

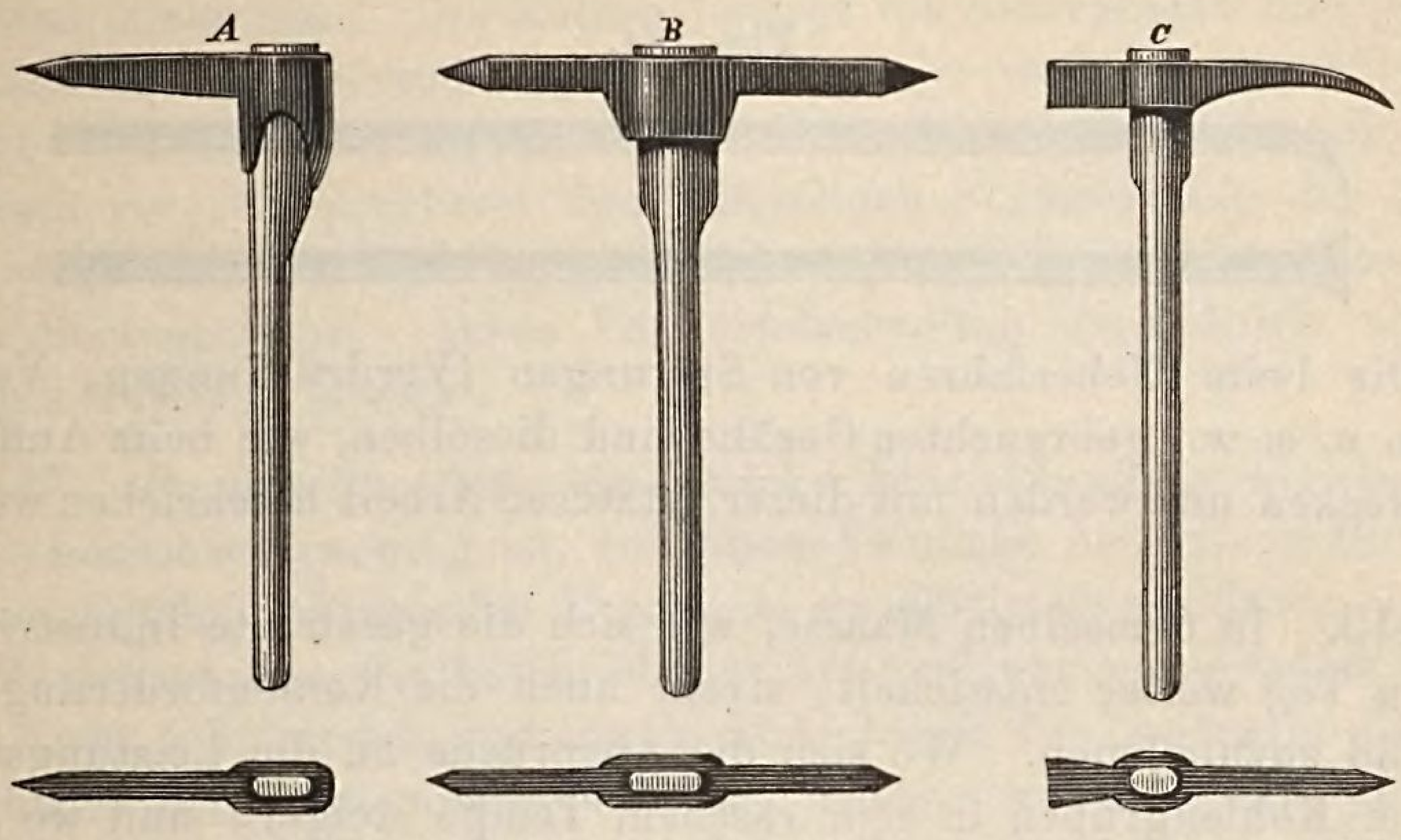
412. 2. Gezähe zum Abkohlen. — Diese Gezähe haben nicht das flache Blatt der Rivelaine, ihr Stiel besteht immer aus Holz. Sie heissen Keilhauen (*pics à la houille* oder *havresses*, engl. *pick*). Fig. 181 giebt einige Formen derselben wieder:

A belgische Keilhaue,
B englische Doppelkeilhaue,
C französische Keilhaue mit hammerförmigem Nacken.

413. Mit einer einzigen Keilhaue lässt sich keine ganze Schicht hindurch arbeiten. Sobald die Spitze stumpf geworden, geht die Arbeit langsamer und verlangt ein neues Instrument. Jeder Hauer nimmt daher mehrere, etwa drei oder vier Keilhauen mit in die Grube. Man hat nun versucht, das Instrument so einzurichten, dass man die Spitze allein auswechseln kann. Bis jetzt haben aber diese Versuche, soviel dem Verfasser bekannt, noch keinen praktischen Erfolg gehabt. Die

Spitzen sitzen entweder nicht fest genug, in Folge dessen die Hiebe nicht ihre volle Wirkung haben, oder sie sind zu schwer wieder heraus-

Fig. 181.



zunehmen, nachdem eine Zeit lang damit gearbeitet worden. Fig. 182 zeigt eine solche Keilhaue mit einsetzbarer Spitze*).

Fig. 182.

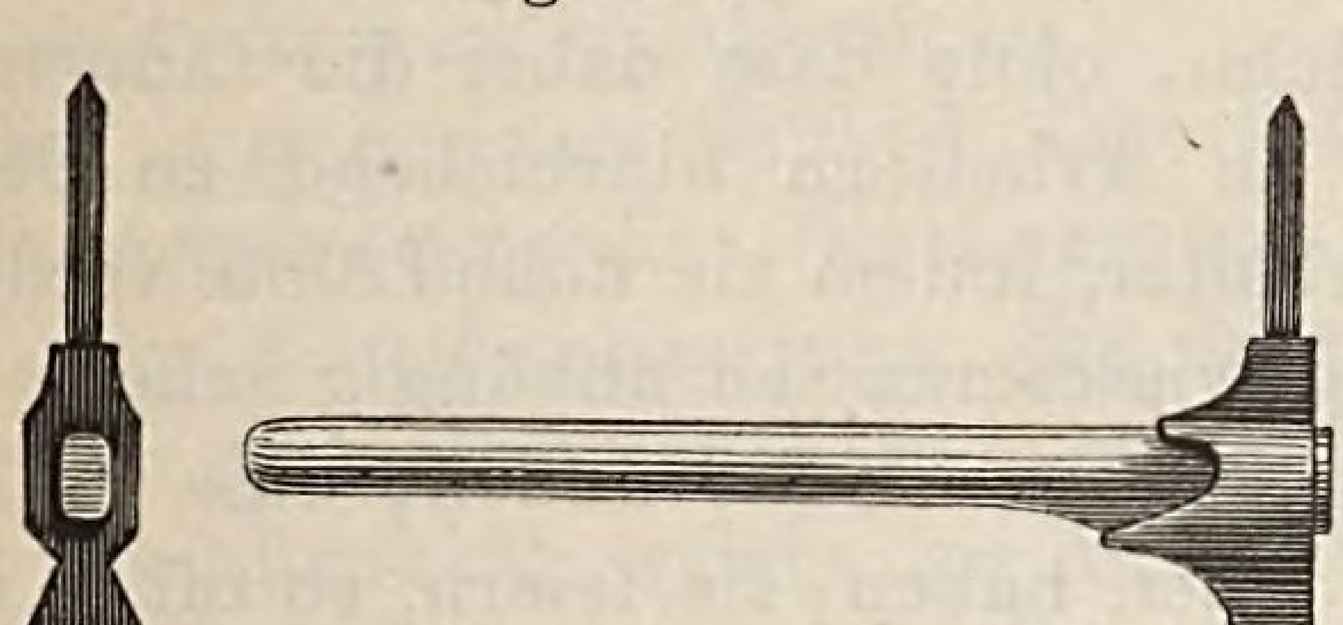


Fig. 183.



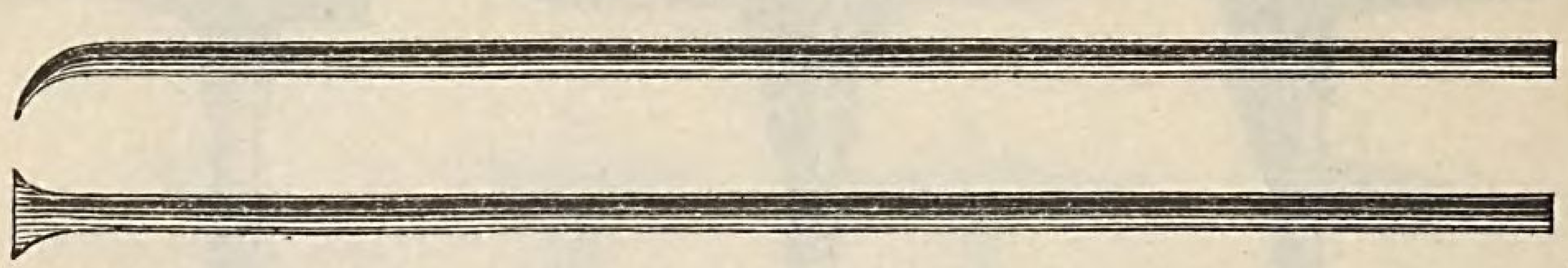
414. Neben den Keilhauen bedient man sich noch anderer Gezähe zum Hereintreiben oder Aufheben der durch Schrämen bereits blossgelegten Kohlenbank. Es sind dies Keile oder Hebeisen (Brechstangen).

Die Keile haben die in Fig. 183 dargestellte Form. Sie werden an der Stelle, wo die Abtrennung erfolgen soll, mittelst Schlägels oder mit dem hammerförmigen Nacken der in Fig. 181 *C* dargestellten Keilhaue eingetrieben.

*) Die hier unter den Nrn. 411 bis 413 gegebene Darstellung lässt sich auf die deutschen Verhältnisse nicht recht anwenden. Bei uns verlangt die Beschaffenheit der Flötze selbst zur Hereingewinnung der unterschrämten Kohle auch beim Abbau, namentlich in den Abbaustrecken, noch vielfach die Anwendung der Schiessarbeit. Wegen des fast durchweg härteren Schrams sind die unter Nr. 411 erwähnten Instrumente bei uns kaum irgendwo vertreten. Dagegen ist die Keilhaue in zwei Varietäten ausgebildet, einer leichteren zum Schrämen (Schrämhaue, Schrämpickel) und einer schwereren zum Schroten, Schlitzen, Abkohlen, Zerstücken der hereingewonnenen Bänke u. s. w. (eigentliche Keilhaue, Schrothaue, Schrotpickel). Die leichtere, zum Schrämen dienende Varietät ist es, welche vielfach eine auswechselbare Spitze erhält, und hat sich dieselbe für diesen Zweck auch sehr gut bewährt. L.

Wenn der Schram am Hangenden geführt ist, so muss statt des Herunterkeilens ein Aufheben der Kohlenbank mittelst Hebeisen stattfinden. Fig. 184 zeigt die in Belgien gebräuchliche Form dieses Gezähes.

Fig. 184.



Die beim Ueberfahren von Störungen (Verdrückungen, Verwerfungen u. s. w.) gebrauchten Gezähe sind dieselben, wie beim Auffahren der Strecken und werden mit dieser letzteren Arbeit beschrieben werden.

415. In demselben Maasse, wie sich die gesammte Industrie von Tag zu Tag weiter entwickelt, strebt auch die Kohlenförderung fortwährend zuzunehmen. Wo sich die Ansprüche an die Leistungsfähigkeit der Kohlengruben in sehr raschem Tempo steigern und wo schon ohnehin eine altbegründete, die Bevölkerung lohnend beschäftigende Industrie vorhanden ist, da beginnen sehr bald die menschlichen Arbeitskräfte empfindlich zu mangeln. Mit der steigenden Nachfrage wächst aber sofort der Arbeitslohn, ohne dass dabei die Industrie in der Lage wäre, ihren Bedarf an Arbeitern hinreichend zu decken. Hierzu kommt noch, dass die Arbeiter, indem sie hohe Löhne verdienen und die Unternehmer von sich gewissermaassen abhängig sehen, nicht mehr so regelmässig und eifrig arbeiten. Sie finden, dass sie auch ohne besondere Anstrengung zu leben haben; sie feiern, so oft es ihnen gefällt, sie werden schwierig und thun nur diejenige Arbeit, die ihnen behagt; jeden Augenblick sind sie bereit, die Arbeit niederzulegen.

Wo solche Zustände beim Kohlenbergbau eintraten, wurden sie von Tag zu Tag unerträglicher und führten natürlich zu Versuchen, bei der Kohlengewinnung die Menschenarbeit durch Maschinenarbeit zu ersetzen.

England hat diese Richtung zuerst eingeschlagen. Dort hauptsächlich litt der Betrieb der Kohlengruben bei der plötzlichen Ausdehnung, welche er nehmen sollte, unter häufigen Arbeiterstrikes, welche noch fortwährend nur zu häufig wiederkehren. Dort versuchte man schon seit lange die Anwendung von Schrämmaschinen.

416. Das Princip der Schrämmaschinen ist im Allgemeinen folgendes: Eine über Tage stehende Dampfmaschine comprimirt atmosphärische Luft und drückt dieselbe zu den Abbaupunkten, zuerst in gusseisernen Röhren durch den Schacht und die Hauptstrecken, sodann in schmiedeisernen Röhren durch die Nebenstrecken und endlich in Leder- oder Gummischläuchen in den Abbauen.

Die Schrämmaschine ist auf einem kleinen Wagen in der Arbeit selbst aufgestellt. Die Luft arbeitet in einem kleinen Cylinder und wird durch Schiebersteuerung in diesem vertheilt, wie der Dampf in einer Dampfmaschine. Der Kolben bewegt die Schrämhaue und ertheilt ihr eine hin- und herschwingende Bewegung, wodurch das Flötz auf eine gewisse Tiefe verschrämt wird. Das fahrbare Gestell rückt nach und nach vor, entsprechend dem allmäligen Fortschreiten der Arbeit. Es bewegt sich auf einer provisorischen, längs des Abbaustosses gelegten Schienenbahn. Diese Vorwärtsbewegung wird durch ein besonderes Getriebe bewirkt.

417. Es erhellt, dass eine solche Einrichtung kostspielig und dass es höchst nothwendig ist, vor einem Versuche nach dieser Richtung alle den Erfolg bedingenden Umstände sorgfältig zu erwägen.

Maschinen von der beschriebenen Art sind nur auf ziemlich mächtigen, nicht sehr steilen und sowohl hinsichtlich der Lagerung als auch hinsichtlich der Zusammensetzung ganz regelmässigen Flötzen anwendbar; die Gebirgsschichten müssen fest und standhaft sein. Die Mehrzahl der englischen Gruben vereinigt diese Bedingungen. Auch muss die Production der Grube gross genug sein, um eine so kostspielige Anlage zu rechtfertigen.

Bei den meisten Gruben des Continents liegen die Verhältnisse gerade entgegengesetzt: Die Lagerung der Flötze ist gestört, das Einfallen, die Zusammensetzung, die innere Beschaffenheit, die Mächtigkeit eines und desselben Flötzes wechseln oft auf kurze Entfernungen. Steile Einfallwinkel, welche die Anwendung der Schrämmaschinen vollständig ausschliessen, sind häufig. Unter solchen Umständen ist, wie leicht begreiflich, die Einbürgerung jener Maschinen schwierig, wo nicht unmöglich. Um sich hiervon zu überzeugen, braucht man nur einige belgische Gruben mit ihren ganz schwachen, faltenförmig gelagerten, bei jedem Schritt durch Störungen, Verdrückungen u. s. w. unterbrochenen Flötzen anzusehen. Mit Vortheil anwendbar hingegen — es muss wiederholt werden — sind die Schrämmaschinen auf ausgedehnten Gruben mit den oben aufgeführten Flötzverhältnissen.

Die verschiedenen, bis jetzt construirten Schrämmaschinen-Systeme sollen hier nicht näher beschrieben werden. Ihre Zahl ist recht beträchtlich, aber ihre Anwendung auf dem Continente noch sehr beschränkt.

418. Wo man nicht an maschinelles Schrämen denken kann, sucht man durch andere Hülfsmittel die Handarbeit zu unterstützen. Auf schlagwetterfreien Flötzen wendet man hierzu Pulver an. Die Bohrlöcher in der Kohle werden mit dem Schlangenbohrer oder mit Handbohrmaschinen nach Art der Lisbet'schen hergestellt. Damit der Schuss seine Wirkung thut, muss der Stoss in der Regel vorher durch Schrämen oder durch Schroten freigelegt werden. In diesem

Falle wird also durch das Pulver an der Schrämarbeit, welche gerade die schwierigste ist, nichts erspart. Das Schiessen bietet denn auch im Grunde genommen nur dann einen erheblichen Vortheil, wenn die Abbaufront in Firstenstössen abgesetzt ist. Ein Schuss in der Firste jedes Stosses genügt dann, um denselben ohne jede vorgängige andere Arbeit hereinzubringen.

419. Wenn Schlagwetter auftreten, so muss das Schiessen beim Abbau untersagt werden. Man kann dasselbe dann durch den Federkeil zu ersetzen suchen. Für den Abbau erhalten die Keile grössere Länge und grösseren Durchmesser als für Gesteinsarbeiten, und werden so construirt, dass sie, besonders im Tiefsten des Loches, ein weiteres Aufklaffen ergeben. In England hat man eigens für die Kohlengewinnung berechnete Keile angewendet. Das weiter oben gegebene Modell (Fig. 171) für Gesteinsarbeiten kann unter entsprechender Abänderung der Dimensionen auch beim Abbau verwendet werden.

420. Leistung eines Kohlenarbeiters heisst die Kohlenmenge, welche derselbe in einer Schicht liefert. Sie berechnet sich durch Multiplication der abgebauten Flötzfläche mit dem Schüttungsquantum des Flötzes pro Flächeneinheit (17). Es sei beispielsweise die Leistung eines Kohlenarbeiters auf einem Flötze von 0,60 m Mächtigkeit zu berechnen, wenn er darin mit einem 4 m breiten Abbaustosse täglich 1,50 m weit vorrückt.

Die täglich von einem Arbeiter abgebaute Fläche beträgt

$$1{,}50\,\mathrm{m} \,.\, 4\,\mathrm{m} = 6\,\mathrm{qm}.$$

Wenn das Flötz neun Hectoliter (pro Quadratmeter) schüttet (17), so ist die Leistung eines Arbeiters

$$e = 9 \,.\, 6 = 54\,\mathrm{hl}$$

oder 4,86 t, wenn das Gewicht eines Hectoliters Kohlen zu 90 kg angenommen wird.

Wird der Stoss durch 10 Kohlenhauer bearbeitet, so muss er unter obigen Voraussetzungen 540 hl oder 48,60 t täglich liefern. Sobald diese Leistung bei regelmässigem Flötzverhalten nicht erzielt wird, ist zu untersuchen, ob der Stoss zurückbleibt oder ob etwa Kohlen im Versatz gelassen werden. Die Soll-Leistung giebt also in dieser Beziehung eine leichte Controle an die Hand.

Für das angenommene Beispiel kostet, wenn der Lohn der Kohlenhauer 5 Frcs. (4 Mk.) beträgt, der Abbau des betreffenden Flötzes an Hauerlohn:

$$\frac{5}{54} = 9{,}2 \text{ Cent. } (7{,}4 \text{ Pfg.}) \text{ pro Hectoliter}$$

oder

$$\frac{5}{4{,}86} = 1{,}30 \text{ Frcs. } (1{,}04 \text{ Mk.}) \text{ pro Tonne.}$$

421. Die von einem Kohlenhauer zu erzielende Leistung ist sehr variabel; sie hängt hauptsächlich von der Mächtigkeit und der Härte des Flötzes ab. Auf einem gegebenen Flötze indessen lässt sich die Leistung vergrössern oder vermindern, je nachdem man die Arbeiter vor einem längeren oder kürzeren Abbaustosse anlegt. Die Frage nach der Abmessung des dem Hauer zuzuweisenden Stosses ist ziemlich complicirter Natur und wird später eingehender behandelt werden (507). Gegenwärtig mag nur die einfache Thatsache constatirt werden, dass die Leistung des Kohlenhauers mit der Ausdehnung des Abbaustosses wächst. Sobald vor einer breiten Abbaufront die schwierigste Arbeit, das Schrämen, vollendet ist, macht das Abkohlen nur geringe Mühe; 3 m flacher Höhe sind dann fast ebenso rasch abgekohlt als 2 m. Je mehr dagegen die Leistung in dem Vorrücken nach vorn gesucht werden muss, desto schwieriger ist die Hereingewinnung und desto tiefer muss jedesmal der Schram geführt werden; und gerade je tiefer der Schram wird, desto mühsamer wird er zu hauen.

So wird also ein Arbeiter in einem gegebenen Flötze mit einem 4 m breiten Stosse vielleicht ohne Schwierigkeit 1,50 m, dagegen bei 2 m Breite nur 2 m täglich zu Felde rücken. Im ersteren Falle baut er also 6 qm, im letzteren aber nur 4 qm ab. Er leistet mithin, wenn das Flötz 1 m Kohle hat, 90 beziehungsweise 60 Hectoliter. Wenn nun der Lohn des Arbeiters 5 Frcs. (4 Mk.) beträgt, so kostet die Gewinnung im ersteren Falle an Hauerlohn 0,055 Frcs. (0,044 Mk.), im letzteren aber 0,083 Frcs. (0,067 Mk.) pro Hectoliter. Hierzu kommt noch, dass sich auch die auf 1 hl entfallenden Generalkosten in Folge der höheren Production im Verhältniss von 90 : 60 vermindern.

In England hat ein Kohlenhauer oft 10 m Angriffsfront und rückt damit 0,90 m täglich vor, baut also 9 qm täglich ab. In der belgischen Provinz Hainaut findet das Umgekehrte statt: der Arbeiter hat nur etwa 2 m Stoss vor sich, das Vorrücken erreicht zuweilen 2 m, die abgebaute Fläche also ist dann 4 qm. Um diese 4 qm bei 10 m Stossbreite zu leisten, würde ein Vorrücken von nur 0,40 m nöthig sein, was mit Leichtigkeit zu erzielen wäre. Um hingegen 9 qm bei 2 m Stossbreite zu machen, würde das Vorrücken 4,50 m betragen müssen, was unmöglich ist.

Wir haben als Beispiele diese beiden Extreme gewählt, um den Unterschied besser hervortreten zu lassen.

Im Becken von Lüttich liegt der Kohlenhauer gewöhnlich vor einem Stosse von 3,60 bis 4 m Breite (flacher Höhe); das Vorrücken beträgt 1 bis 3 m, je nach den Flötzen und dem Gebirge.

Man sieht, wie der Gebrauch in der fraglichen Hinsicht verschieden ist. Dies erklärt sich, wenn man bedenkt, dass die Leistung des Kohlenhauers nur e i n e r der vielen Gesichtspunkte ist, welche bei der Sache in Betracht kommen. Diese anderen Gesichtspunkte, deren

Hinzutreten die Frage sehr complicirt, werden später betrachtet werden. Es wird sich dann zeigen, dass, wenn auch allerdings eine grosse Angriffsfront die Leistung des Arbeiters erhöht, hinwiederum die entgegengesetzte Methode ebenfalls ihre Vortheile hat, welche jenen ersteren Vortheil oft aufheben können.

422. Die Leistung des Kohlenhauers variirt ferner je nach der Arbeitsweise.

Auf den mit Strebbau und mittelst Schrämens abgebauten schwachen Flötzen in Belgien und Nordfrankreich schwankt die Leistung zwischen 1 und 4 t.

In Deutschland und England, wo stärkere Flötze und zwar mit Pfeilerbau abgebaut werden, leistet ein Hauer 3 bis 6 oder 7 t. Dabei gestattet der Pfeilerverhieb die doppelte bis dreifache Leistung als der demselben stets vorausgehende Abbaustreckenbetrieb. Beispielsweise Leistungen sind demnach $1^1/_2$ t in der Abbaustrecke und 3 bis 5 t vor dem Pfeiler.

Auf den mächtigen Flötzen von Mittelfrankreich, welche den Firstenrückbau (*rabatage*) gestatten, hat man schon bis zu 8 t pro Kohlenhauer erzielt.

423. Was die Punkte betrifft, auf welche die laufende Ueberwachung der speciellen Kohlengewinnungsarbeiten ihr Augenmerk zu richten hat, so sind dieselben folgende:

1. Reinheit der Kohlen. — Es ist darauf zu halten, dass die Gesteinsmittel für sich herausgewonnen werden, damit sie sich nicht mit den Kohlen vermengen. Jeder Arbeiter muss in seiner Nähe einen Platz haben, wohin er die Berge aus dem Wege schaffen kann. Dieser Platz wird gewöhnlich in dem nachgeführten Versatz offen gelassen.

2. Stückkohlenfall. — Man muss aufpassen, dass gehörig vorgeschrämt wird und dass die Arbeiter beim Abkohlen die natürlichen Ablösungen (Schlechten) benutzen.

3. Hauerleistung. — Es ist zu überwachen, dass jeder Hauer sein bestimmtes Maass zu Felde rückt, falls die Arbeit im Schichtlohn geschieht, und dass die Arbeiter ihren Stoss nicht über das vorgeschriebene Maass erbreitern, falls sie im Gedinge arbeiten. Ferner muss controlirt werden, dass keine Kohlen im Versatz verloren gehen.

4. Gezähe. — Endlich ist auch Aufmerksamkeit darauf zu verwenden, ob die Gezähestücke stets im Stande sind, ob die Schmiede in dieser Hinsicht ihre Schuldigkeit thun und ob die Arbeiter eine hinreichende Anzahl der einzelnen Stücke besitzen.

424. II. Transport der Producte von den Abbaustössen bis in die Förderstrecken. — Es ist nicht immer möglich, die in den Förderstrecken gehenden Fördergefässe bis an die Arbeitspunkte

der Kohlenhauer selbst heranzubringen. Hierzu bedarf es horizontaler oder wenigstens sehr flacher Lagerung, erheblicher Flötzmächtigkeit und — damit die Strecken billig zu unterhalten sind — guter Beschaffenheit des Nebengesteins. Auch dürfen die angewendeten Förderwagen nur geringe Dimensionen haben.

Wenn diese Bedingungen sich vereinigen, lässt man dieselben Wagen, in denen die Kohlen zu Tage gefördert werden, auf successive nachgelegten Schienenbahnen vor den Abbaustössen entlang fahren. Die hereingewonnenen Kohlen werden dann unmittelbar in die Förderwagen geladen, in denen sie zu Tage gelangen. Dies ist der vortheilhafteste Fall; er liegt auf einigen englischen Gruben vor. Auf dem Continent dagegen finden sich die erforderlichen Bedingungen selten vereinigt, die Arbeit ist daher in der Regel weniger einfach.

Es kommt z. B. vor, dass die Kohle zunächst mit Hülfe der Schaufel bis an den Fuss des Abbaustosses geschafft, hier in kleine hölzerne Kasten geladen und in Hülfsstrecken bis zu kleinen Förderwagen gebracht werden, in welchen sie durch weitere Verbindungswege in die eigentlichen Förderstrecken gelangen, um hier endlich in grössere Wagen umgeladen zu werden.

Es liegt auf der Hand, dass diese Zwischentransporte und Umladearbeiten, welche sehr mühsam sind und eine unerwünschte Zerkleinerung der Kohle zur Folge haben, möglichst vermieden werden müssen. Es ist eine wichtige Regel, das Product so wenigen Manipulationen als möglich zu unterwerfen, besonders wenn die Stücke leicht zerbröckeln.

Wir werden sehen, dass vorstehende Regel bei der Wahl der Abbaumethode und der Fördergefässe schwer ins Gewicht fällt. Schon hier mag gesagt sein, dass, wenn auch die Förderung in grösseren Gefässen ökonomischer ist, doch meistens die ausschliessliche Anwendung eines kleineren, bis an die Gewinnungspunkte zu bringenden Förderwagens vorgezogen wird, eben weil die Kosten des Umladens und der Verlust an Stückkohlen gescheut werden.

425. Es werden nun einige Einzelheiten der bald mehr, bald weniger complicirten Zwischenförderung etwas näher zu betrachten sein. Zu diesem Zwecke empfiehlt es sich, den Transport in der Arbeit *) und den Transport durch die bei den meisten Abbaumethoden zwischen Gewinnungspunkt und Hauptförderstrecke sich einschiebenden Zwischenwege zu unterscheiden.

426. A. Transport in der Arbeit. — Wenn der Abbaustoss geneigt und ausserdem das Flötz nur schwach ist, so ist natürlich nicht

*) Der Ausdruck „Arbeit" im Sinne von Arbeitsstätte ist bekanntlich beim Bergbau allgemein gebräuchlich. L.

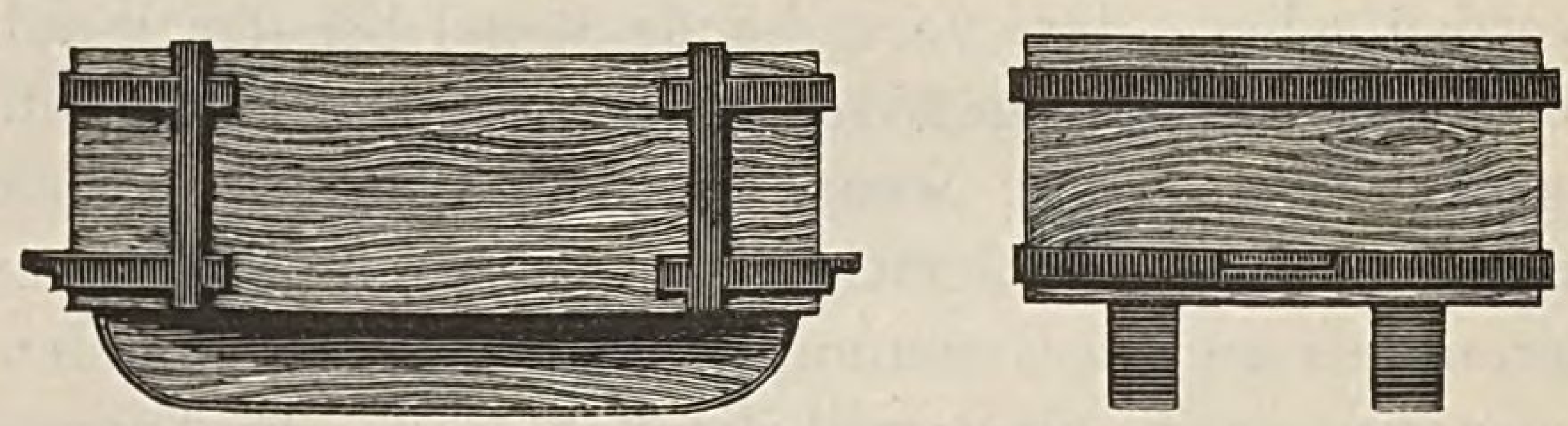
daran zu denken, Förderwagen vor dem Stoss vorbei fahren zu lassen, sondern es muss eins der folgenden Mittel ergriffen werden:

Bei einem Einfallen von über 35^0 ist die Sache einfach; die Kohlen gleiten in Folge ihres eigenen Gewichtes auf dem Liegenden herab bis an den Fuss der Arbeit. Bei geringerem Flötzfallen bedarf es hierzu schon der Nachhülfe durch besondere Arbeiter (*glisseurs* oder *bouteurs*), deren Anzahl von dem Einfallen und der Production des betreffenden Abbaustosses abhängt. Diese Arbeit wird gewöhnlich von Jungen ausgeführt, welche die Kohlen auf dem Liegenden herabschaufeln*).

Man kann das Minimum des Einfallswinkels, bis zu welchem man ohne Anstellung solcher besonderer Arbeiter auskommen kann, dadurch herabmindern, dass man das Liegende durch Belegen mit Eisenblech glatter macht. Diese Bleche haben kleine Haken, welche an quer über das Liegende gelegte Hölzer angreifen. Bei solcher Anordnung gleitet die Kohle noch bis zu etwa 25^0 Einfallen von selbst. Bei geringerem Neigungswinkel ist die Anwendung des Blechbelages immer noch vortheilhaft zur Verminderung der Anzahl der zur Nachhülfe erforderlichen Arbeiter.

Diese Anzahl wächst in dem Maasse, wie das Einfallen schwächer wird. Die Arbeit wird dann immer kostspieliger, so dass sich als vortheilhafter erweist, sie durch Förderung in kleinen hölzernen oder blechernen Kasten zu ersetzen. Dieselben fassen etwa ein Hectoliter und sind unten mit eisernen Kufen versehen („Schlitten", Fig. 185).

Fig. 185.



Diese Schlitten verlangen einen Abstand des Daches vom Liegenden von mindestens 1 m. Wo dieser nicht vorhanden ist, bleibt das Schaufeln, so theuer es auch ist, die einzige Möglichkeit.

Wenn der Abstand des Daches vom Liegenden mehr als 1 m beträgt und die Lagerung sehr flach, fast horizontal ist, so kann man die Schlitten durch kleine, auf provisorischem Gestänge laufende Wagen ersetzen.

427. Nach Vorstehendem ist hinsichtlich des Transportes in der Arbeit kurz Folgendes zu merken:

*) In Deutschland ist bekanntlich die Beschäftigung von Arbeitern unter 16 Jahren im Inneren der Gruben verboten. Auch kommen bei uns solche Abbaumethoden, bei welchen ansschliesslich zum Transport der Kohlen in der Arbeit besondere Arbeiter nöthig werden, kaum vor. L.

Bei Einfallswinkeln von über 35° lässt man die Kohlen von selbst auf dem Liegenden herabgleiten.

Bei Winkeln von 35 bis 30° belegt man behufs leichteren Gleitens das Liegende mit Blechtafeln, welche täglich nach Maassgabe des Vorrückens verlegt werden.

Bei weniger als 30° werden besondere Schaufler angestellt, doch erleichtert man deren Arbeit durch Beibehaltung des Blechbelages.

Bleibt die Neigung unter 10°, so wird das Schaufeln zweckmässig ersetzt:

1. Durch Schlittenförderung, wenn die Oeffnung des Flötzes 1 m hoch ist;

2. Durch Wagenförderung, wenn die Höhe über 1 m und das Einfallen unter 5° beträgt.

428. B. Transport in den Zwischenstrecken. — Die an den Fuss des Abbaustosses geschaffte Kohle unterliegt in der Regel noch einer weiteren Zwischenförderung, bevor sie in die Hauptförderbahnen gelangt. Die später zu gebenden Beispiele werden zeigen, dass ein Abbausystem gewöhnlich mehrere über einander liegende Abbaustösse umfasst. Nur der unterste derselben reicht direct in die Grund- oder Förderstrecke. Die von den höheren Punkten kommende Kohle muss zunächst ein System von Zwischenwegen zurücklegen. Diese können sein:

Streichende Hülfsstrecken;
Schwebende Hülfsstrecken;
Bremsberge;
Rolllöcher.

429. Förderung in streichenden Hülfsstrecken. — Dieser Transport erfolgt in Förderwagen, welche durch sogenannte Schlepper gestossen werden. Die Dimensionen der Hülfsstrecken sind geringer als die der Grundstrecke, in welcher der Transport durch Pferde geschieht. Die Wagen sind entweder dieselben, wie in der Grundstrecke, oder aber kleiner — je nach den Umständen. Die Einzelheiten der Förderbahnen und der Wagen werden in dem Capitel über die unterirdische Förderung betrachtet werden.

Die streichenden Hülfsstrecken (beim streichenden Pfeilerbau die Abbaustrecken) stehen mit der Grundstrecke durch schwebende (in der Einfallsrichtung des Flötzes ansteigende) Strecken, Bremsberge oder Rolllöcher in Verbindung. Bei gewissen Abbaumethoden verbinden diese schwebenden Strecken, Bremsberge oder Rolllöcher die Arbeitspunkte direct mit der Grundstrecke, ohne Einschiebung streichender Hülfsstrecken.

430. Förderung in schwebenden Hülfsstrecken. — Dieselbe geschieht ebenso wie die Förderung in streichenden Strecken, nur ist die Arbeit schwieriger und gefährlicher; ein oder zwei Schlepper drücken den leeren Wagen bis an den Arbeitspunkt oder die betreffende horizontale Hülfsstrecke und lassen ihn geladen wieder herabfahren, wobei sie ein oder mehrere Räder feststellen und, vor dem Wagen herabgehend, sich rückwärts gegen denselben stemmen, um ihn zu bremsen. Zu diesem Zwecke ist die Sohle zwischen den Geleisen mit Brettern belegt, welche querüber mit Latten benagelt sind und dadurch den Schleppern Stützpunkte bieten. Diese Fördermethode ist vorzugsweise bei Mons in Belgien üblich. Die schwebenden Strecken heissen dort *voies tiernes*, die Arbeit heisst *sclonage* und die Arbeiter *scloneurs*.

Die schwebenden Hülfsförderstrecken sind nur bei Einfallswinkeln unter 10^0 anwendbar. Bei stärkerer Neigung wird die Arbeit ganz übermässig schwierig, theuer und gefährlich.

Wenn das Flötzfallen 10^0 übersteigt, werden jene *voies tiernes* zuweilen diagonal gelegt, so dass sie eine schwächere Neigung erhalten. Sie heissen dann *voies demitiernes* oder *voies sur quartier*.

Die Handförderung in ansteigenden Strecken ist nur bei sehr schwachem Einfallen zu empfehlen. Andernfalls werden weit besser Bremsberge oder Rolllöcher angewendet.

431. Bremsberge. — Im Allgemeinen sind dies ansteigende, doppelspurige Strecken, in denen das Uebergewicht des herabgehenden geladenen Wagens dazu benutzt wird, den leeren hinaufzuziehen. Am oberen Ende des Bremsberges befindet sich eine Scheibe oder eine Trommel, auf welcher sich ein Seil auf- und abwickelt. An dem einen Ende desselben wird oben der geladene, an dem anderen Ende unten der leere Wagen befestigt. Ersterer zieht dann den letzteren hinauf. Die Geschwindigkeit wird durch eine auf die Scheibe oder die Trommel wirkende Bremsvorrichtung regulirt.

Die Einzelheiten der Construction dieser Apparate, welche kurzweg Bremsen heissen, werden in dem Capitel über die Förderung zur Betrachtung kommen.

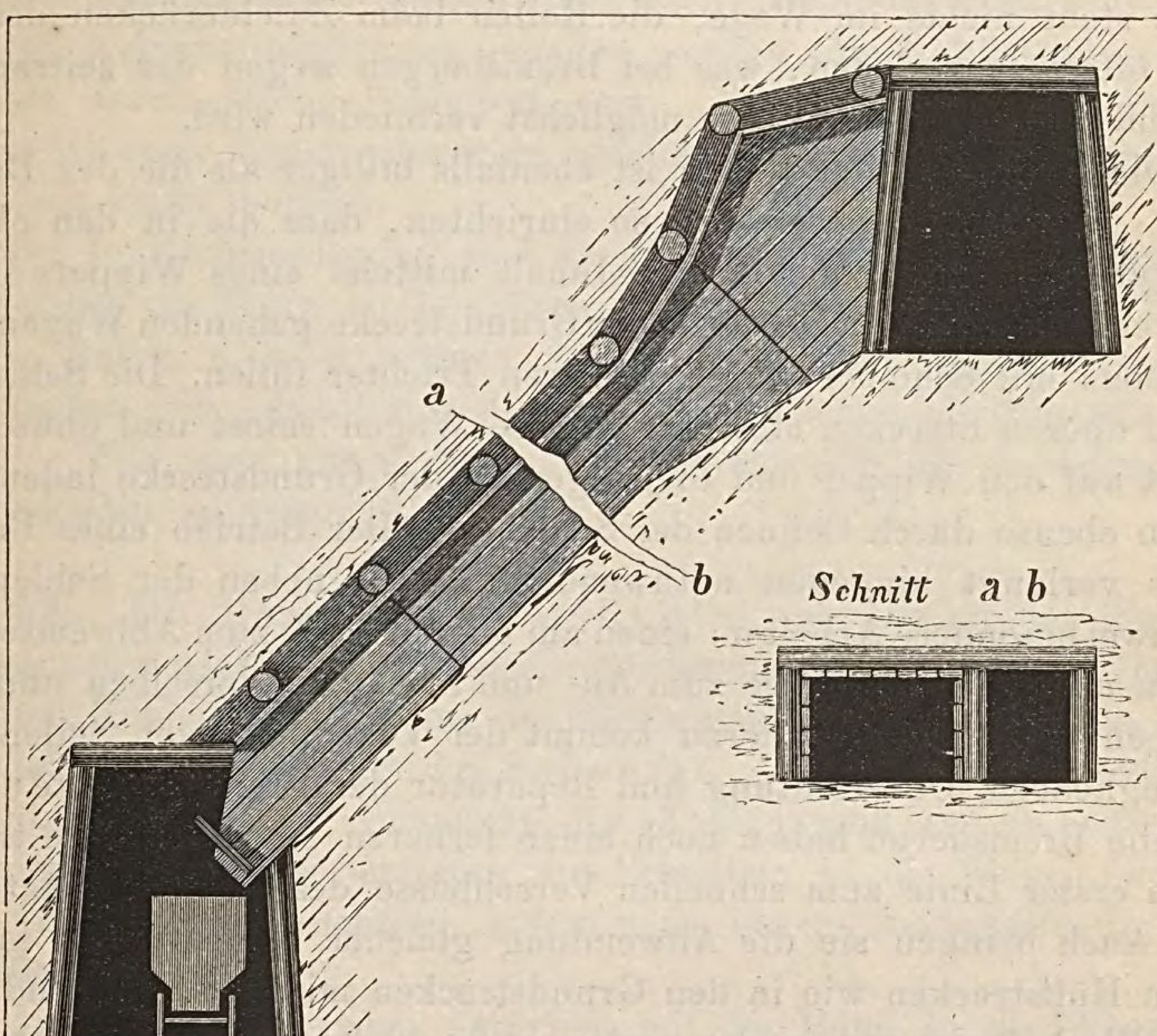
Wenn das Einfallen 25 Grad übersteigt, können statt der Bremsberge Rolllöcher benutzt werden.

432. Rolllöcher. — Rollloch oder einfach Rolle heisst ein im Flötze abwärts gehender Förderweg, in welchem die Kohle durch ihr Gewicht von selbst herabrutscht. Bei einer Neigung von mehr als 35 Grad erfolgt dies Rutschen direct auf dem Liegenden des Flötzes, bei Winkeln zwischen 25 und 35 Grad muss es durch Blechbelag erst ermöglicht werden.

Die Rolllöcher werden wie gewöhnliche Strecken, jedoch stärker, verzimmert. Nach innen werden sie zur Erleichterung des Gleitens mit Pfetten verschlagen (Fig. 186). Ihre Dimensionen müssen ein leichtes Befahren und Instandhalten erlauben. Oben endigen sie in eine Art Füllort, unten in einen Auslasstrichter mit Schieber, mittelst dessen die Kohlen in die Grundstrecken-Förderwagen eingefüllt werden.

Die einzige Sorge, welche diese Rollen — abgesehen von den aufgeführten, bei ihrer Anlage zu befolgenden Regeln — beanspruchen,

Fig. 186.



ist die, dass sie stets voll gehalten werden, damit die Kohlen so wenig als möglich zerbrechen.

433. Rollen sind für alle Einfallswinkel von 25 Grad bis zur Verticalen anwendbar. Bremsberge erfordern von etwa 45 Grad an besondere Gestelle, auf welche die Wagen aufgeschoben werden, damit sie nicht in die zu steile Lage kommen und ihren Inhalt verschütten. Das Nothwendigwerden solcher Gestelle ist eine Unbequemlichkeit, welche die Rolllochsförderung bei starken Einfallswinkeln in vieler Beziehung empfehlenswerther erscheinen lässt *).

Aus Vorstehendem ergiebt sich, dass für Winkel von weniger als 25 Grad Bremsberge, für solche von über 45 Grad Rolllöcher sich eignen

*) Vergl. die nächste Anmerkung. L.

und dass für zwischen diesen Grenzen liegende Winkel beide Wege eingeschlagen werden können. Für Fälle der letzteren Art bleibt also zu prüfen, ob die Bremsberg- oder die Rolllochsförderung den Vorzug verdient. Hierbei kommen folgende Erwägungen in Betracht:

Bremsberge haben den Vortheil, dass die Kohlen nicht umgeladen zu werden brauchen, also weniger an Verkaufswerth verlieren. Dagegen sind Rollen leichter und billiger herzustellen; ihre Anlage geht sehr rasch von statten, denn es braucht dazu meist nur ein Canal im Versatz ausgespart und gut mit Holz verkleidet zu werden. In Folge dessen steht nichts im Wege, die Rollen beim Zufelderücken des Abbaues öfters zu verlegen, was bei Bremsbergen wegen der zeitraubenden und kostspieligen Anlage möglichst vermieden wird.

Die Bedienung der Rollen ist ebenfalls billiger als die der Bremsberge. Fast stets lässt es sich so einrichten, dass die in den oberen Strecken gehenden Wagen ihren Inhalt mittelst eines Wippers in die Rolle entleeren und dass die in der Grundstrecke gehenden Wagen sich aus einem mit Schieber verschliessbaren Trichter füllen. Die Schlepper in den oberen Strecken stossen also ihre Wagen selbst und ohne Zeitverlust auf den Wipper und diejenigen in der Grundstrecke laden ihre Wagen ebenso durch Oeffnen des Schiebers. Der Betrieb eines Bremsberges verlangt hingegen nothwendiger Weise neben den Schleppern noch zwei besondere Arbeiter: einen am oberen Ende zum Abbremsen der Wagen und einen am Fusse zum An- und Abhängen derselben und zum Abgeben der Signale. Hierzu kommt der Verschleiss von Seilen und Kettengliedern, Unterhaltung und Reparatur der Bremsapparate u. s. w.

Die Bremsberge haben noch einen ferneren Nachtheil. Sie tragen mit in erster Linie zum schnellen Verschleisse des rollenden Materials bei. Auch bringen sie die Anwendung gleicher Förderwagen in den oberen Hülfstrecken wie in den Grundstrecken mit sich, während man bei Rolllochsförderung in den ersteren ein kleineres Material verwenden kann, was in gewissen Fällen sehr wichtig ist.

Schliesslich sei noch gesagt, dass die Zerkleinerung der Kohlenstücke durch Blechbelag auf dem Liegenden und stetes Vollhalten der Rollen sehr vermindert werden kann.

434. Kurz zusammengefasst also: Bremsberge vermeiden die Zerkleinerung der Stückkohlen, Rolllöcher dagegen sind weniger kostspielig, ihr Betrieb ist wohlfeiler, ihre Anlage schneller; sie gestatten in den Hülfsstrecken kleinere Wagen.

B r e m s b e r g e sind daher zu wählen, wenn das Einfallen unter 25 Grad beträgt, oder auch bei 25 bis 45 Grad, falls die Anlage für längere Zeit berechnet ist, die Kohlen stückreich sind und geschont werden sollen und in den Hülfsstrecken die Hauptförderwagen zu gebrauchen sind.

Wenn hingegen das Einfallen mehr als 45 Grad beträgt, oder wenn, bei Einfallswinkeln zwischen 25 und 45 Grad, der fragliche Förderweg nur kürzere Zeit benutzt werden wird, Stückkohlen ohnehin wenig oder gar nicht vorkommen und die Anwendung der Hauptförderwagen in den oberen Strecken nicht angängig ist, dann wird man Rolllöchern den Vorzug geben*).

435. Bei der Aufsichtsführung über das in Rede stehende Betriebsgebiet ist auf Folgendes zu achten:

Die Arbeitspunkte müssen unter allen Umständen stets vollkommen frei von Kohlenanhäufungen gehalten werden, die Kohlenhauer dürfen niemals durch solche behindert sein. Eine voller Kohlen liegende Arbeit ist auch immer schwer zu revidiren und ein Säubern der Kohlen ist in ihr kaum möglich.

Bei Rolllochsförderung sind die Rollen stets gefüllt zu halten, um die Kohlen vor Sturz zu bewahren. Die Hülfsförderstrecken, Bremsberge, Rollen u. s. w. müssen durchweg tadellos angelegt und gut unterhalten sein, damit sich die Förderung leicht und ökonomisch gestaltet. Für stets guten Zustand der Bremsseile ist zu sorgen, um Unglücksfälle zu vermeiden.

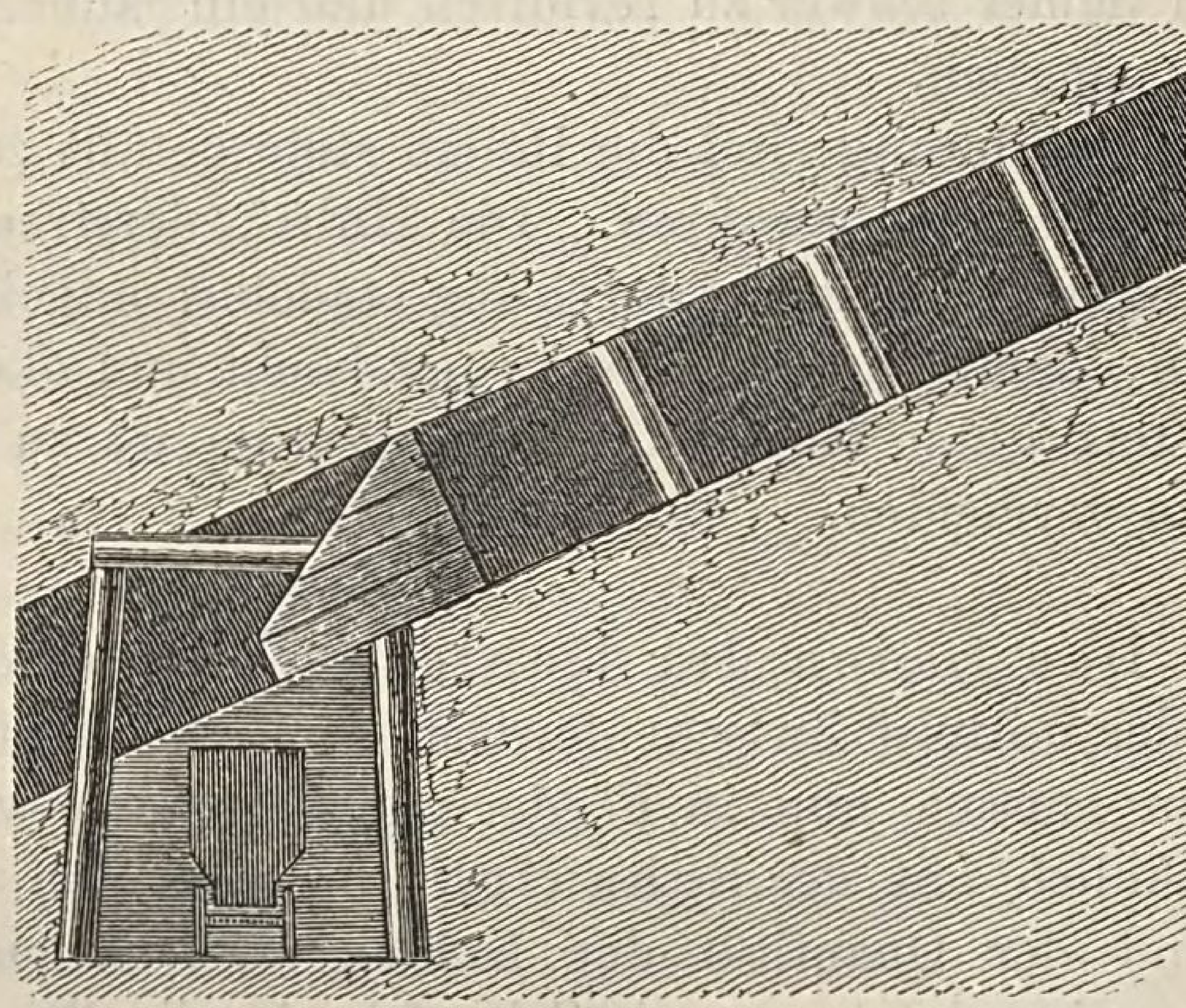
436. III. Das Laden der Kohlen. — Die an den Fuss des Abbaustosses oder mittelst Zwischenförderung in die Grundstrecke geschafften Kohlen müssen nun in Förderwagen geladen werden. Dies geschieht gewöhnlich mit der Schaufel. Je nach den Dimensionen der Strecke und der Quantität der Kohlen sind es ein oder zwei Arbeiter, welche diese letzteren mit Schaufeln in die Wagen einladen. Ihre Arbeit wird erleichtert, indem man an der Ladestelle die Sohle mit Blech belegt.

Grosse Stücke werden natürlich mit der Hand in die Wagen gehoben.

*) Bei den schwachen, nebenbei auch wenig Stückkohle liefernden Flötzen Belgiens mag schon ein stärkeres Einfallen allein ausreichen, um der Rolllochsförderung das Wort zu reden, da die Bremsbergförderung mit Wagengestell zu starkes Nachreissen des Nebengesteins erfordern würde. Bei unseren einheimischen Verhältnissen fällt diese wie auch die übrigen oben aufgeführten Rücksichten weniger ins Gewicht und ist daher die Bremsbergförderung mit Wagengestell für alle Einfallswinkel von der Grenze an, wo das directe Abbremsen der Wagen anfängt unzuträglich zu werden (was schon bei weniger als 45^0 der Fall ist), durchaus beliebt. Wenn, wie bei unserem streichenden Pfeilerbau, ein Bremsberg mehrere über einander liegende Anschlagspunkte hat, so lässt man, um beliebig von dem einen oder dem anderen Punkte abbremsen zu können, das mit dem vollen Wagen beladene Gestell ein unter- oder nebenlaufendes Gegengewicht heraufziehen, welches nachher seinerseits das mit einem leeren Wagen versehene Gestell wieder heraufzieht. Eine derart eingerichtete Förderung geht äusserst flott. L.

Das Laden mit der Schaufel hat zwei Nachtheile: es ist theuer und es beschränkt die Production eines Abbaustosses, da die Zahl der in einer Strecke anzustellenden Einlader bei den beengten Raumverhältnissen nur gering ist. Bei hohen Abbaustössen sucht man daher jene Methode zu vermeiden, resp. sie nur für die Production des an der Förderstrecke selbst arbeitenden Kohlenhauers (des *ouvrier du fond*) anzuwenden. Zu diesem Zwecke führt man die Strecke nicht durch Nachreissen des Hangenden, sondern des Liegenden nach und bringt am Fusse des Abbaustosses eine Art Aufgebetrichter an, unter welchen der Förderwagen zu stehen kommt (Fig. 187). Die Kohlen rutschen auf diese Weise von selbst aus der Arbeitsstätte in die Wagen *).

Fig. 187.



Wir werden später sehen (463), dass das Einschneiden der Strecken ins Liegende statt ins Hangende noch andere Vortheile mit sich bringt. Man thut also gut, in das Hangende nur dann einzuschneiden, wenn es den Umständen nach nicht zu vermeiden ist.

Bei steil stehenden Flötzflügeln ergiebt sich die Methode des selbstthätigen Einfüllens von selbst und wendet man allgemein Aufgebetrichter an.

437. IV. Das Verbauen der Gewinnungsstätten. — Es wurde früher schon erwähnt, dass der durch Wegnahme der Kohle entstehende hohle Raum bei den meisten Abbaumethoden hinterher durch taube Massen, welche entweder aus dem Flötze selbst oder vom Nachreissen der Strecken oder wohl gar von Tage her stammen, wieder ausgefüllt wird.

Bei rationell durchgeführter Organisation wird in der einen Schicht (Förder-, gewöhnlich Tagschicht) abgekohlt, in der anderen (geschrämt

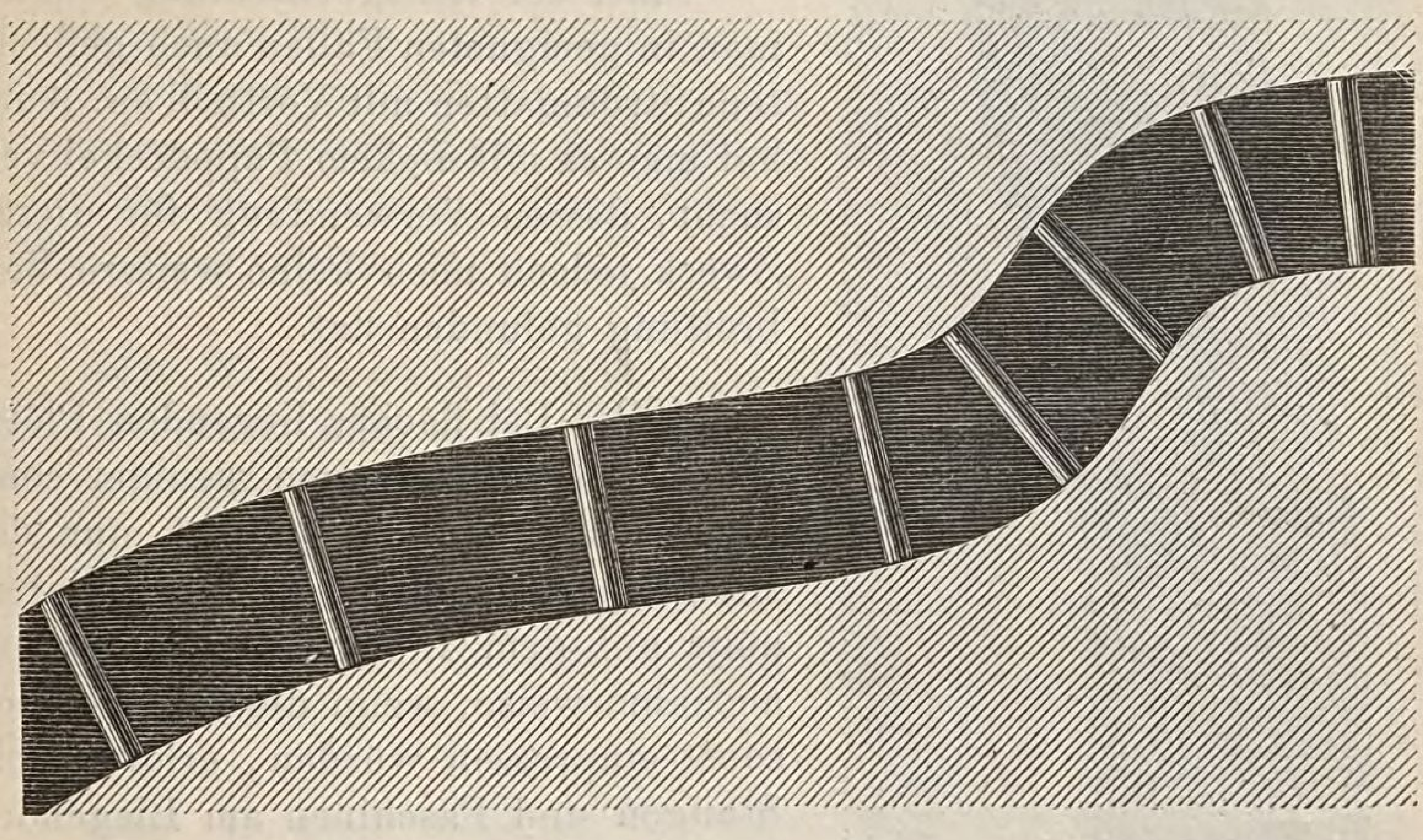
*) Wenn der meist unreine Gries besonders verladen werden soll, ist diese Bequemlichkeit nicht anwendbar. L.

und) versetzt. In der Regel kann nun das auf 1, 2, 3 bis 4 m frei gemachte Hangende nicht so lange ohne Unterstützung bleiben, bis der Versatz nachgeführt ist, sondern die Arbeit muss verbaut werden.

Dieses Verbauen ist je nach der Beschaffenheit und dem Druck des Gebirges einfach oder complicirt.

Im einfachsten Falle, wo das Gebirge sich nur als Ganzes zu senken (zu setzen) strebt, werden in gewissen Abständen rechtwinkelig zum Hangenden und Liegenden Stempel gestellt (Fig. 188). Es kommt

Fig. 188.



sogar vor, dass diese Hölzer beim Nachführen des Versatzes wieder weggenommen und beim weiteren Vorrücken abermals verwendet werden können.

438. Am complicirtesten ist das Verbauen bei einem Dressant, dessen Nebengebirge bröckelig und zugleich druckhaft ist. Solche Verhältnisse kommen bei Seraing in Belgien vor und zwingen dort zu folgender Verbauungsweise:

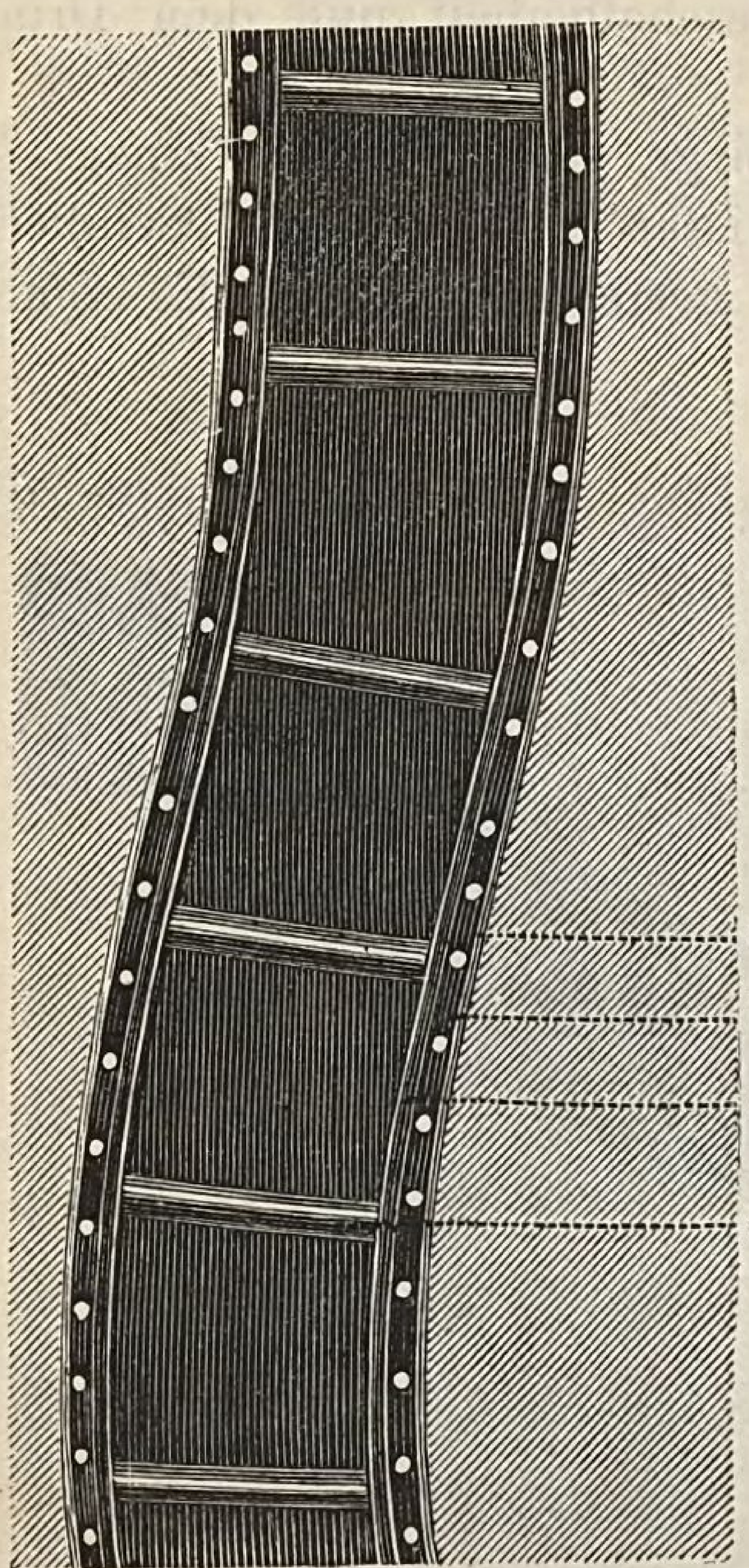
Hangendes und Liegendes (Fig. 189, a. f. S.) werden dicht mit dünnem Astwerke *a* (*veloutes*) bedeckt, welches durch dünne Eichenstangen *b* (*wâtes*) angedrückt wird. Letztere werden ihrerseits durch stärkere Hölzer, Wandruthen *c* (*bêles de taille*) festgehalten und diese wiederum sind unter sich und gegen die gedachte Wandbekleidung durch Stempel *d* (*étançons*) verspreizt.

Es leuchtet ein, welche Höhe unter solchen Umständen die Kosten des Verbauens erreichen müssen. In dem hier in Rede stehenden District belaufen sie sich auf 1 bis 1,50 Frcs. pro Tonne Kohlen.

Zwischen den beiden angeführten Extremen kommen nun alle möglichen Zwischenstufen vor. Wenn z. B. das Gebirge nur im Ganzen

drückt, so bringt man bloss Spreizen (Stempel) und Wandruthen (Unterzüge) an, denn die durch Stangen festgehaltenen Faschinen haben nur den Zweck, Schieferstückchen vom Verunreinigen der Kohle abzuhalten. Wenn das Dach viele sogenannte Glocken*) enthält, so müssen auch noch die Stangen hinzugenommen werden, während die nur bei bröckeligem Gebirge nöthigen Faschinen entbehrlich bleiben.

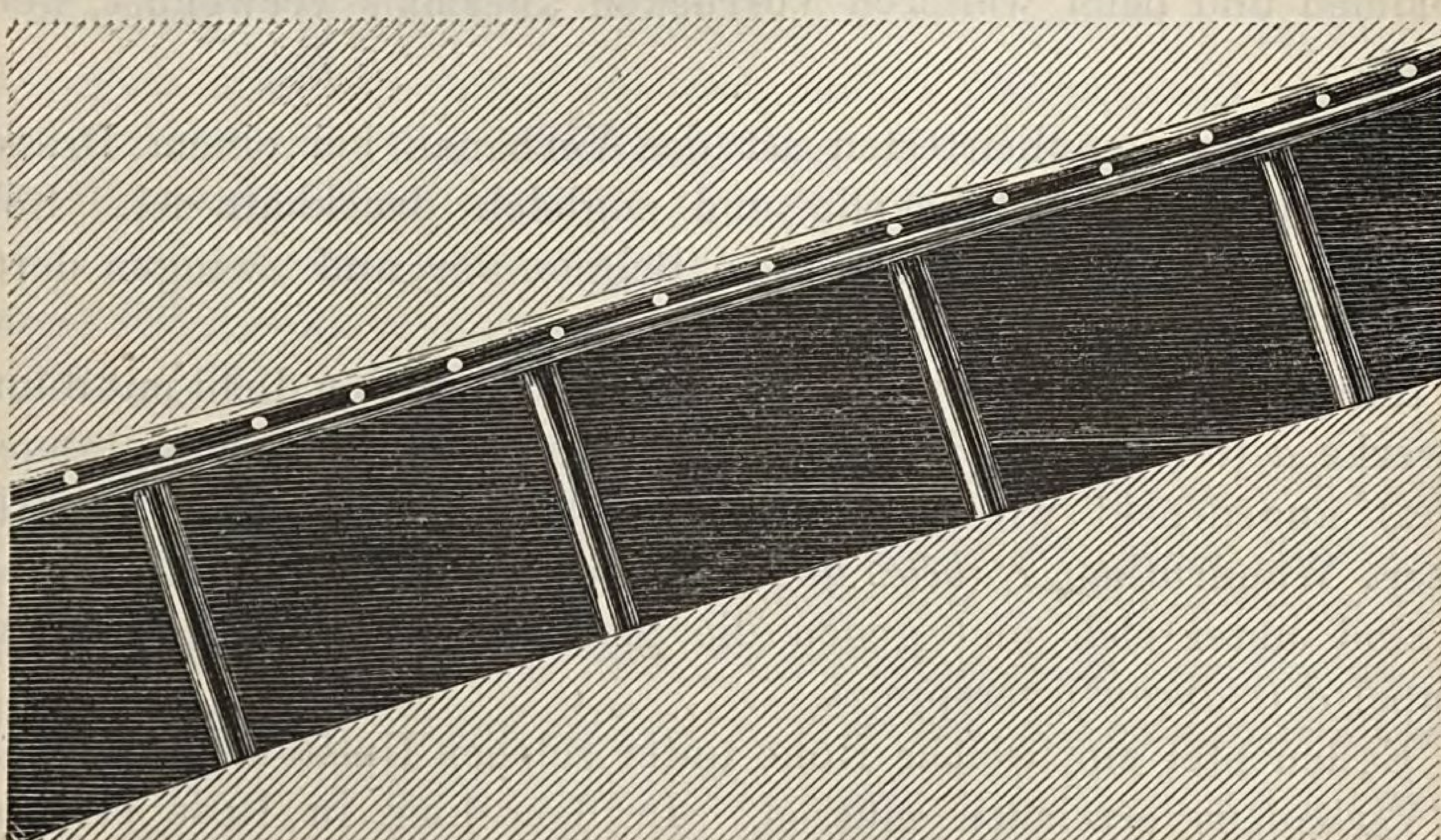
Fig. 189.



Statt der Reisigbekleidung wendet man in geeigneten Fällen auch geflochtene Strohmatten mit Vortheil an. Auch hat man es mit dickem Pappdeckel versucht, dessen Verwendung für diesen Zweck jedoch noch keine weitere Verbreitung gefunden hat.

439. Bei flacher liegenden Flötzflügeln ist das Verbauen weniger complicirt. Gewöhnlich braucht nur das Hangende verwahrt zu werden. Unterzüge auf dem Liegenden werden nur ausnahmsweise, wenn die Stempel sich sonst einpressen würden, erforderlich. Stangen und Faschinen am Liegenden sind noch viel seltener.

Fig. 190.



*) Flach glockenförmige, sich leicht herauslösende Schiefermassen, von den Bergleuten wegen ihrer Gefährlichkeit auch Sargdeckel genannt. L.

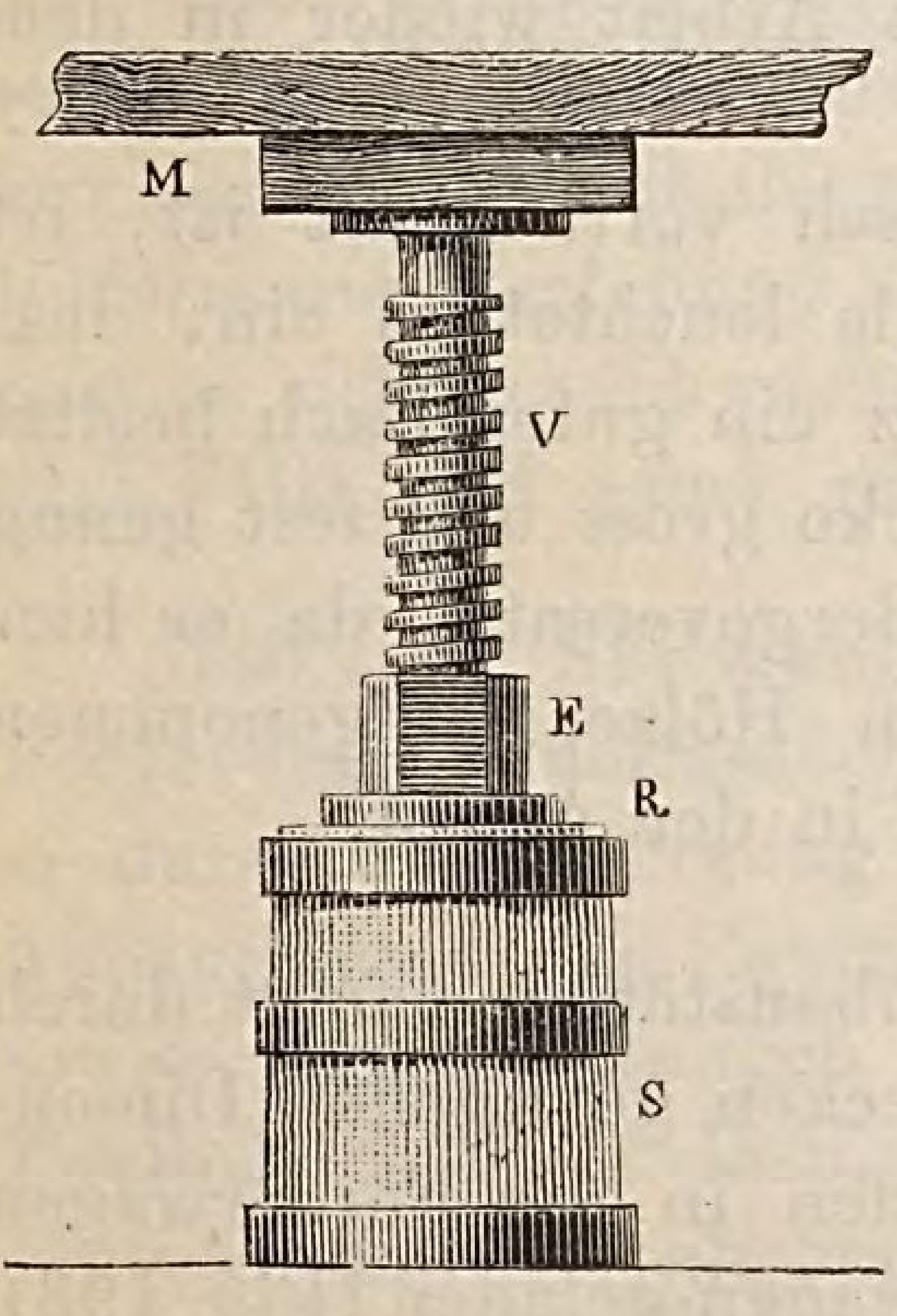
Fig. 190 stellt den Verbau eines Plateurs dar, wie er sich unter den ungünstigsten Verhältnissen gestaltet.

440. Das Verbauen der Abbaustätten ist bei schlechtem Gebirge zuweilen ein zweimaliges: Die Kohlenhauer verstempeln nach Maassgabe ihres Vorrückens die ihnen gefährlich scheinenden Stellen provisorisch. Zwischen der Förder- und der Versatzschicht wird dann die ganze Arbeit von Neuem verbaut. Das in einer Förderschicht abgebaute Stück wird nämlich nicht sofort in der nächsten Nachtschicht wieder versetzt, sondern erst in der zweit- oder drittfolgenden, weil zwischen dem Stoss und dem Bergeversatz zum Arbeiten und Fahren stets ein Raum von der einfachen oder, wenn es das Gebirge gestattet, sogar der doppelten Tiefe des täglichen Vorrückens frei bleibt und in Folge dessen der Versatz immer um ein oder zwei Tage hinter dem Abbaustosse zurück ist.

441. Wenn das Nebengestein des Flötzes haltbar und nicht druckhaft ist, kann man die Hölzer beim Nachführen des Bergeversatzes wieder wegnehmen und auf diese Weise längere Zeit hindurch benutzen. Die Holzkosten werden dadurch äusserst gering. Der Fall tritt jedoch nur ganz ausnahmsweise auf und in der Regel ist der Druck so stark, dass die Stempel nicht entfernt werden können und im Versatz verloren gehen.

442. Es fehlt nicht an Versuchen, diesen Verlust der Hölzer zu vermeiden, ein Gegenstand, der um so wichtiger wird, je mehr die Holzpreise fortfahren zu steigen.

Fig. 191.



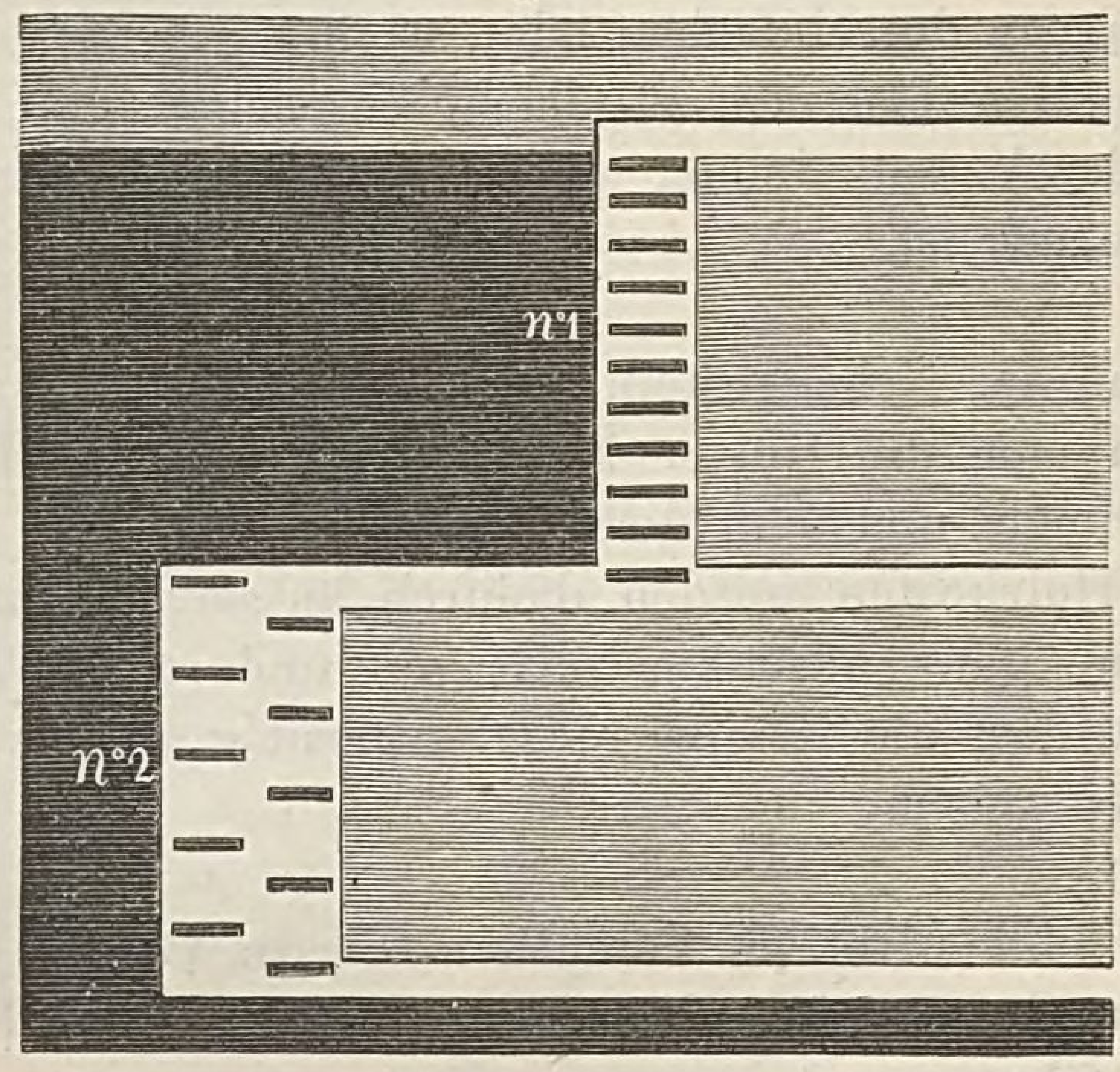
Das Princip der fraglichen Versuche besteht in dem Ersatze der Holzstempel durch eiserne oder stählerne Schrauben, welche gegen das Hangende und Liegende festgestellt werden und beim Nachführen des Versatzes leicht wieder abzubauen sind.

Fig. 191 stellt einen solchen Apparat dar. Ein starker Unterzug von Ulmenholz *M*, von der ungefähren Länge des täglichen Vorrückens, wird mittelst einer stählernen Schraubenspindel *V* und einer Mutter *E* gegen das Dach gepresst. Die Schraubenmutter ruht auf einer runden Eisenplatte *R* und diese auf einem hohlen, durch eiserne Ringe zusammengehaltenen Holzsockel *S*. Das Anziehen der Schraube geschieht mit Hülfe eines langen Schlüssels.

Der gegenseitige Abstand der einzelnen Apparate hängt von dem Gebirgsdruck ab. Im Uebrigen ist die Anordnung derselben folgende (Fig. 192):

Nr. 1 stellt eine Arbeit unmittelbar nach dem Nachführen des Versatzes vor. Sie ist mit zehn Schraubenstempeln verbaut, deren Anordnung aus der Skizze hervorgeht. Während der Förderschicht wird, dem vorschreitenden Abbaustosse nachfolgend, einer um den anderen der Schraubenstempel vorgerückt, so dass am Schluss der Förderschicht die zehn Stück nach der in Nr. 2 dargestellten Weise vertheilt sind. Beim darauf folgenden Nachführen des Versatzes werden

Fig. 192.



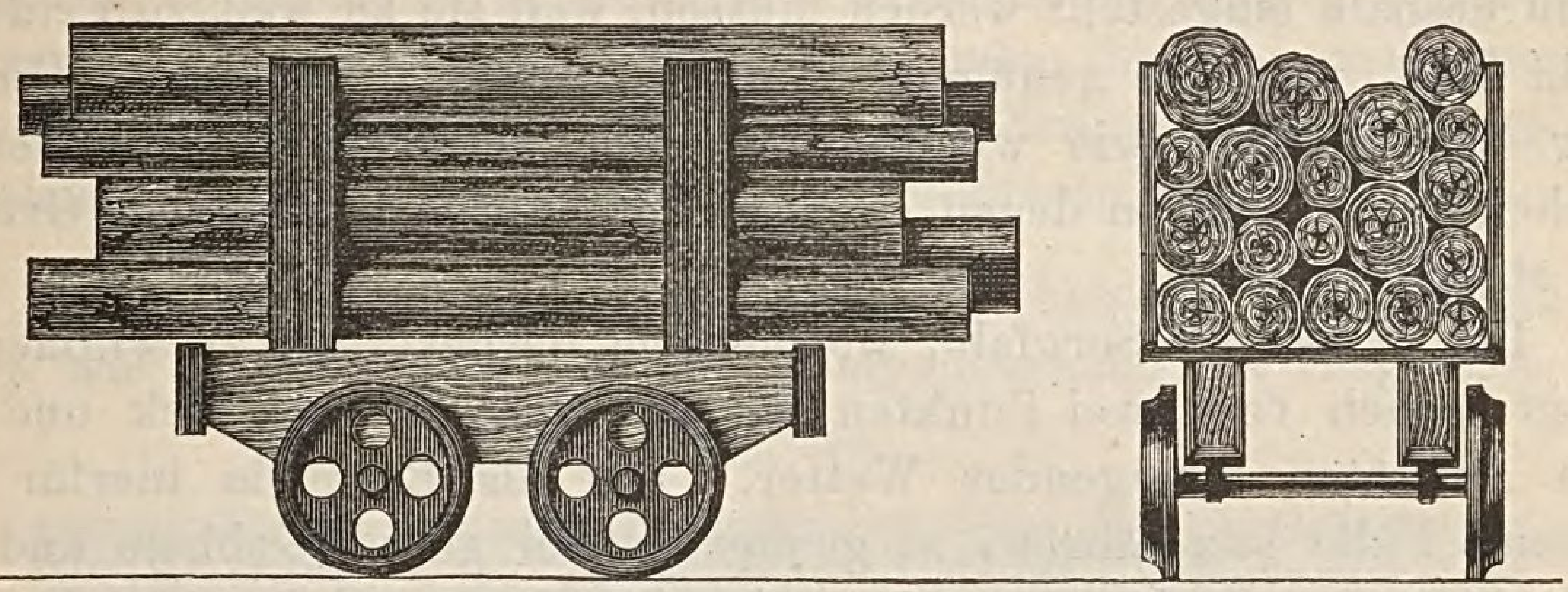
auch die fünf zurückgebliebenen Stempel vorgerückt und beim Beginn der nächsten Förderschicht befindet sich die Arbeit wieder in dem Stadium von Nr. 1.

Inwiefern diese Verbauungsweise praktisch vortheilhaft ist, ist noch nicht hinreichend festgestellt. Jedenfalls leuchtet es ein, dass sie nur dann anwendbar ist, wenn das Flötz ein gutes Dach besitzt und wenn die als Versatz dienenden Bergestücke gross und fest genug sind. Andernfalls wird der Druck auf den Bergeversatz, da er hier nicht mehr durch die allmälig nachgebenden Hölzer aufgenommen wird, zu bald wirksam und verursacht Brüche in der Arbeit.

443. Der Transport der Hölzer in die Abbaustätten erfolgt durch die Förderstrecken oder, wenn die Wetterstrecken genügende Dimensionen haben, durch diese. Die Hölzer werden in die Förderwagen oder besser auf besonders dazu bestimmte Holzwagen geladen (Fig. 193). In den Abbaustätten werden sie nöthigenfalls durch besondere Arbeiter mittelst Hakens und Zugseils bis zu der Verbrauchsstelle geschafft.

444. Was die Aufsichtsführung anbelangt, so hat dieselbe besonders über die Qualität der Hölzer und die Art ihrer Verwendung zu wachen. Unausgesetzt ist die Beschaffenheit des blossgelegten Gebirges zu untersuchen und sobald an einer Stelle der Verbau zu

Fig. 193.



schwach erscheint, ist derselbe verstärken zu lassen. Es gilt hierdurch nicht nur Unglücksfälle, sondern auch betriebsstörende Brüche zu vermeiden. Bei bröckeligem Nebengestein muss darauf gesehen werden, dass dasselbe in der oben beschriebenen Weise hinreichend verkleidet wird, damit die Kohlen nicht verunreinigt werden. Die Aufsicht hat ferner dafür zu sorgen, dass die Beischaffung der Hölzer in gutem Gange bleibt, und sich in jeder Arbeit beständig ein genügender Vorrath davon befindet, damit das Fortschreiten des Abbaues niemals durch Holzmangel aufgehalten wird. Die Betriebsleitung muss ferner dafür sorgen, dass die Hölzer in den passenden Grössen ausgegeben werden, um unnöthigen Abfall und Zeitverlust beim Einbauen zu vermeiden.

445. V. Der Bergeversatz. — Es wurde oben gesagt, dass die ausgekohlten Räume zunächst durch Holverbau offen gehalten, nachher aber meist mit Bergemassen (Versatz) wieder ausgefüllt werden. In letzterer Beziehung sind die Verhältnisse sehr verschieden, je nachdem es sich um schwache, mittlere oder mächtige Flötze handelt. Diese drei Fälle sind daher getrennt zu betrachten.

446. A. Schwache Flötze. — Bei schwachen Flötzen ist der Bergeversatz unerlässlich und hat einen doppelten Zweck: Erstens soll er durch Unterstützung des Hangenden hinter den zu Felde rückenden Abbaustössen das Zubruchegehen der Arbeitsstätten und der Strecken, sowie Bodensenkungen und Schäden an der Oberfläche verhüten. Zweitens dient er dazu, die Versorgung der Arbeitspunkte mit frischen Wettern zu ermöglichen. Der Versatz zwingt nämlich die Wetter, durch die Strecken und vor den Abbaustössen vorbei zu ziehen und verhindert dieselben, direct den ausziehenden Punkten zuzuströmen. Dieses Resultat wird um so besser erreicht, je besser der Versatz aus-

geführt, d. h. je compacter und dichter derselbe ist. Bei aller Sorgfalt lässt sich allerdings ein theilweises Hindurchdringen der Wetter durch den Bergeversatz nicht vermeiden, in Folge dessen die Ventilation jedes Abbaustosses um so unvollkommener wird, je weiter sich derselbe von den Schächten entfernt. Es kommt vor, dass Arbeitspunkte ganz allein deshalb eingestellt werden müssen, weil sie zu weit zu Felde gerückt sind, um noch genügend ventilirt werden zu können. Hieraus mag sich ergeben, wie wichtig ein guter Bergeversatz besonders in solchen Gruben ist, in denen eine stärkere Entwickelung von Grubengas stattfindet.

Das Maass der Sorgfalt, welche dem Bergeversatz zu widmen ist, hängt sonach von zwei Punkten ab: von dem Gebirgsdruck und von dem Auftreten schlagender Wetter. Um als Beispiele hierfür zwei extreme Fälle anzuführen, so genügt es bei gutem Gebirge und Abwesenheit von Grubengas, längs der Strecken und in gewissen Abständen in dem abgebauten Felde trockene Bergemauern aufzuführen, um das Niedergehen des Hangenden zu verhindern; wohingegen Grubengas führende Flötze mit schlechtem Nebengestein einen dichten und ununterbrochenen Versatz erheischen.

447. Das Vorhandensein ausgedehnter Hohlräume in einer schlagwetterbehafteten Grube birgt, ausser dem angeführten Nachtheil für die Wetterführung, auch noch eine fortdauernde Gefahr. Da nämlich in diesen Räumen so gut wie gar kein Wetterwechsel stattfindet, so füllen sich dieselben nach und nach mit grossen Mengen eines schädlichen Gasgemisches, welches bei jedem Sinken des äusseren Luftdruckes in die Grubenbaue überfliesst. Dies kommt z. B. in England vor, wo die barometrischen Schwankungen einen sehr merklichen Einfluss auf die Wetterverhältnisse der Kohlengruben ausüben.

448. Der Versatz wird bei den hier in Rede stehenden Flötzen vorzugsweise aus folgendem Material hergestellt:

1. aus den in dem Flötz etwa enthaltenen Bergen;
2. aus den beim Nachführen der Strecken fallenden Bergen;
3. aus den von besonderen Aus- und Vorrichtungsarbeiten, Querschlägen, Schachtabteufen u. s. w. stammenden Bergen.

Das Material wird also im Betriebe selbst gewonnen, und zwar möglichst im unmittelbaren Anschluss an den betreffenden Abbau selbst. Zuweilen jedoch, wenn es nämlich in der Grube an Versatzmaterial fehlt, fördert man solches von Tage her ein; dies ist aber bei den hier vorausgesetzten Flötzverhältnissen eine seltene Ausnahme.

Ganz vereinzelt und nur bei schlechter Betriebsleitung findet sich die Verwendung des Kohlenkleins als Versatzmaterial.

449. Der vorstehend unter 1. gedachte Fall ist der vortheilhafteste; er liegt vor, wenn das Flötz ein sogenanntes Schrämmittel enthält. Die Schramhauer werfen dann die bei ihrer Arbeit sich ergebenden Berge einfach hinter sich. Da diese Berge in der Regel milde und bröckelig sind — sonst würde es eben kein Schrämmittel sein —, so sacken sie zu einer für den Wetterstrom undurchlässigen Masse zusammen. Zur Unterstützung des Hangenden braucht dann nur den ganzen Stoss entlang eine gute Mauer aus den beim Nachführen der Strecken fallenden Gesteinsstücken aufgeführt zu werden.

450. Ein ebenfalls sehr günstiges Verhältniss ist es, wenn das Flötz, wie dies oft vorkommt, am Hangenden oder am Liegenden eine

Fig. 194.

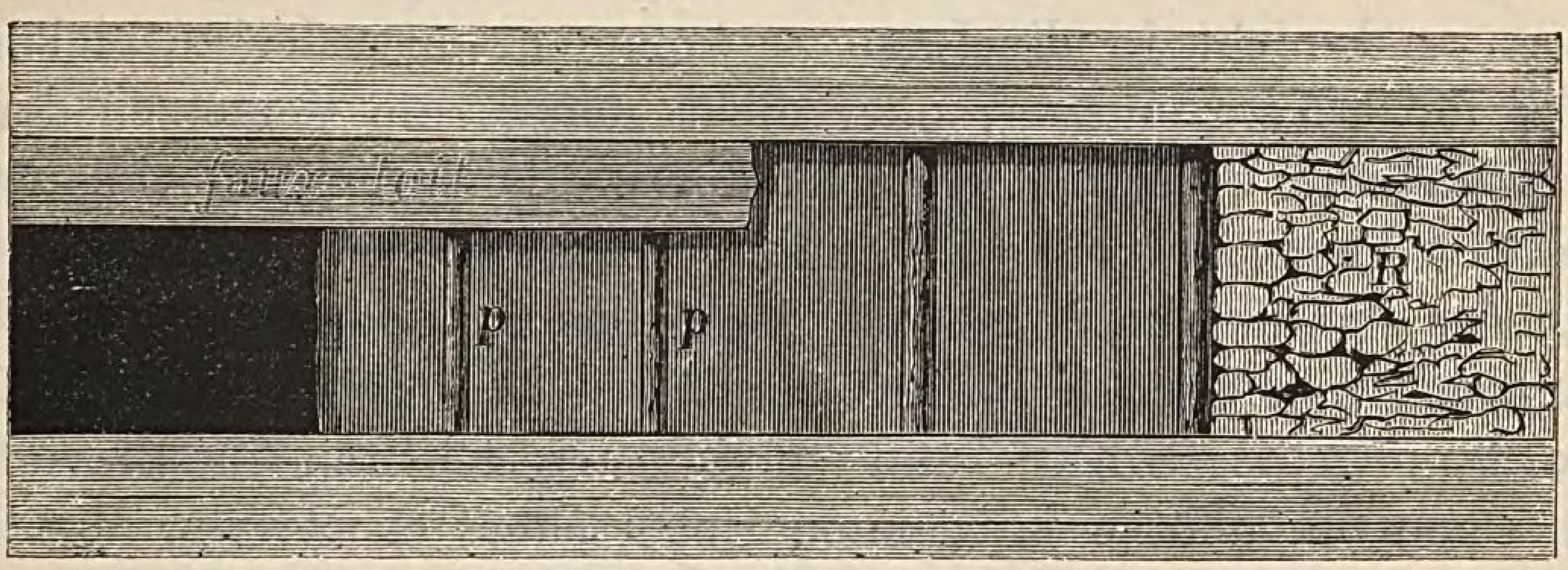
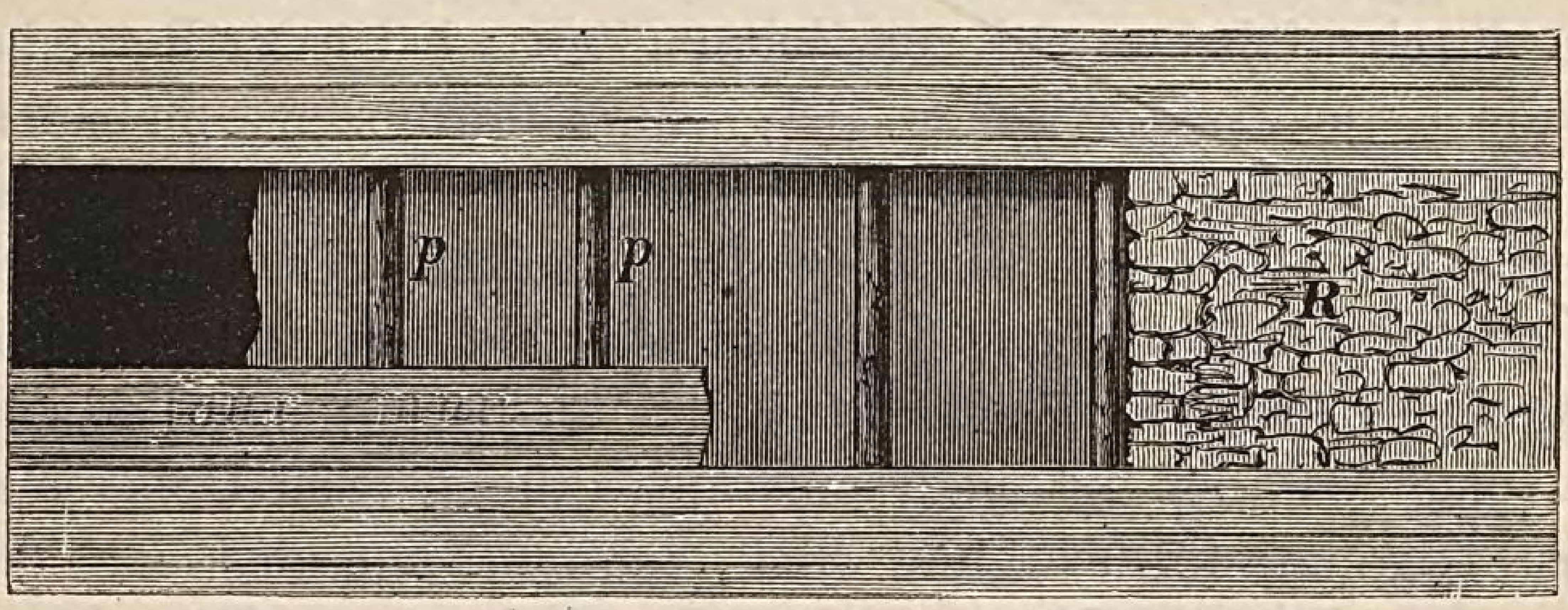


Fig. 195.



von den übrigen, viel festeren Schichten sich leicht ablösende Schieferbank von gewisser Mächtigkeit besitzt (*Nachfallbank* oder *Sohlenschicht*). Solche Bänke lassen sich nach Wegnahme der Kohle leicht hereingewinnen, liefern also das nöthige Versatzmaterial beim Abbau selbst.

Die Figuren 194 und 195 geben Beispiele für diesen günstigen Fall und zwar sind die Arbeitsstätten in dem Zustande nach beendigter Förderschicht dargestellt. Hier brauchen nur die provisorischen, beim Abkohlen nöthig gewordenen Stempel *PP* entfernt und die Nachfallbank hereingerissen, beziehungsweise die Sohlenschicht „aufgemacht“ zu werden, um ohne grosse Kosten einen sehr guten Versatz *R* zu liefern.

451. Wenn das Flötz kein Schrämmittel, keine Nachfallbank und keine Sohlenschicht besitzt und dabei über 1 m mächtig ist, so liefert das Nachführen der Strecken nicht genug Berge zum Ausfüllen der abgebauten Räume. Man ist dann genöthigt, falls wegen der auftretenden Schlagwetter oder wegen des Gebirgsdruckes ein dichter Versatz erforderlich ist, Berge von anderen Arbeitspunkten, sei es aus Querschlägen, welche gerade im Betriebe sind, oder aus Abbaustössen, welche zu viele Berge liefern, herbeizuschaffen. Dieser Transport kann oft sehr kostspielig werden und man versteht sich daher zu demselben nur im Falle der unbedingten Nothwendigkeit.

Auf Gruben mit schwachen Flötzen liefern fast immer einige Flötze zu viel, andere zu wenig Berge. Das richtige Princip besteht deshalb darin, dieses Zuviel und Zuwenig sich gegenseitig ausgleichen zu lassen und nicht in die Lage zu kommen, entweder zu viel Berge zu Tage fördern zu müssen, oder nicht genug zum Versetzen der Abbaue zu haben. Dies wird erreicht durch gleichzeitigen Abbau eines zu viel und eines zu wenig Berge liefernden Flötzes.

Dieser Punkt muss auch bei der Anordnung der Aus- und Vorrichtungsarbeiten berücksichtigt werden. Es würde fehlerhaft sein, gerade dann grössere Aus- und Vorrichtungsarbeiten im Betriebe zu haben, wenn nur Flötze mit einem Ueberschuss an Bergen abzubauen wären.

Allerdings ist es nicht immer möglich, das fragliche Princip vollkommen durchzuführen, und von Zeit zu Zeit wird jeder Betriebsführer sich in die Lage versetzt sehen, Berge zu Tage fördern zu müssen, sei es weil sich die einzelnen Arbeiten nicht immer nach jenem Gesichtspunkte combiniren lassen, sei es weil unerwartete Verdrückungen und Verwerfungen das berechnete Gleichgewicht stören, oder endlich weil die Kosten des unterirdischen Transports zu hoch werden würden.

In solchen Fällen ist man also gezwungen, den Ueberschuss der Berge zu Tage zu fördern und hier, in der Nähe des Schachtes, zu Halden aufzuschütten. Dies erfordert den Ankauf von Terrain, welches in den industriellen Gegenden immer theuer ist. Auch aus diesem Grunde ist die Bergeförderung nach Möglichkeit zu vermeiden.

452. Die Herstellung des Versatzes erfolgt sehr oft durch junge Arbeiter, welche die Berge in Körben in die Abbaue hinaufschaffen. Diese Arbeit kann jedoch sehr kostspielig werden und lässt sich auch durch geeignete Disposition der Abbaupunkte und der Streckenbetriebe, sowie durch die allgemeine Einrichtung der Grube sehr beschränken.

Grundsätzlich muss der Versatz soviel als möglich von oben nach unten eingebracht werden, d. h. der grösste Theil der Versatzberge muss von oberhalb des Abbaustosses kommen. Dies erleichtert die Arbeit erheblich und kann zweckmässig etwa auf folgende Weise er-

reicht werden: Sobald eine Förderstrecke dadurch überflüssig wird, dass mit ihr und dem über ihr umgehenden Abbau die Grenze erreicht ist, setzt man sie rückwärttgehend nach und nach vollständig mit aus anderen Arbeiten kommenden Bergen aus. Hierdurch erzielt man drei wichtige Resultate: 1. Das Zutagefördern dieser Berge wird vermieden. 2. Die Strecke wird vor dem Zubruchegehen bewahrt und findet sich später, wenn sie als Wetterstrecke für die nächst tiefere Sohle dienen soll, in leidlichem Zustande. 3. Die oberen Abbaue dieser nächst tieferen Sohle können billig mit jenen Bergen versetzt werden, da ihr Zufelderücken und das Wiederaufräumen der oberen Sohlenstrecke ohnehin gleichen Schritt halten. Gerade die oberen Abbaustösse sind am mühsamsten mit Versatz zu versorgen, wenn dieser aus der unteren Förderstrecke gewonnen oder durch dieselbe zugefördert werden muss.

In gut geleiteten Gruben haben die Wetterstrecken die gleichen Dimensionen wie die Förderstrecken, sie sind mit Förderbahn ausgerüstet und es können Pferde in ihnen gehen. Hierdurch wird die Vertheilung der Versatzberge sehr erleichtert. Der Ueberschuss von den Grundstrecken und den tieferen Aus- und Vorrichtungsarbeiten wird, statt zu Tage gefördert zu werden, auf die höheren Sohlenstrecken gehoben, was entweder durch die Fördergerippe oder durch eine mittelst Lufthaspels bediente schwebende Strecke oder auch durch einen besonderen Hülfsschacht geschehen kann. Es giebt Gruben, aus denen in Folge Annahme dieses Verfahrens seit Jahren keine Berge mehr zu Tage gefördert sind. Dabei sind die grossen Dimensionen der Wetterstrecken und der gute Versatz der Abbaue die wirksamsten Mittel zur Sicherung des Lebens und der Gesundheit der Arbeiter und werden die Mehrkosten reichlich durch diese Vortheile aufgewogen. Die Annahme jenes Verfahrens kann als ein wirklicher Fortschritt im Grubenbetriebe bezeichnet werden.

Bei den Abbaumethoden werden einige specielle, zur möglichst ökonomischen Herstellung des Bergeversatzes dienende Dispositionen beschrieben werden.

453. Kostspielig bleibt das Herbeischaffen von Bergeversatz in jedem Falle. In dieser Beziehung erscheint die Anwendung maschineller Hülfsmittel, z. B. kleiner, leicht transportabler Lufthaspel, beachtenswerth. Beispiele hierfür existiren schon und werden gewiss Nachfolge finden.

454. Den Vortheilen des Bergeversatzes steht bei den Kohlengruben auch ein Nachtheil gegenüber. Das stets kohlehaltige Material erhitzt sich nämlich zuweilen bis zur freiwilligen Entzündung. Das Vorhandensein von Kohlenklein begünstigt solche Entzündung noch und soll man daher mit äusserster Strenge darauf halten, dass so wenig

Kohlenklein, als nur irgend möglich, im Versatze zurückbleibt. Die Controle hierüber ist um so wichtiger, als die Arbeiter zuweilen ein Interesse daran haben, Kohlen unter den Versatz zu werfen, z. B. wenn sie vor festem Gedingeabschluss zum Versuch arbeiten oder wenn sie nach der abgebauten Fläche bezahlt werden.

455. B. Mittelstarke Flötze. — Diese Flötze werden fast ausschliesslich durch Pfeilerrückbau abgebaut, wobei der Bergeversatz fortfällt und man das Hangende hinter sich zu Bruche gehen lässt.

Diese Abbaumethode ist, wo die Verhältnisse dafür passen, sicher die ökonomischste, sie findet sich fast überall in England und in Westfalen. Der bei den schwachen, feldwärts abgebauten Flötzen vorhandene Zweck des Versatzes, die Baue zur Förderung und Wetterführung offen zu erhalten, fällt hier fort. Was den Zweck der Oberflächenerhaltung betrifft, so sind in dieser Beziehung die Nachtheile des Abbaues ohne Bergeversatz gegenüber dem Abbaue mit Bergeversatz zwar merklich, doch nicht allzu gross. Man beobachtet, dass das Hangende in grossen Blöcken niedergeht, welche sich gegen einander stemmen und stauchen und die höheren Schichten tragen, so dass sich die Brüche nur auf geringe Entfernung hin ins Hangende des Flötzes fortpflanzen.

456. C. Mächtige Flötze. — Die mächtigen Flötze wurden früher ebenfalls ohne Versatz abgebaut. Man gab grössere oder kleinere Kohlenpfeiler preis oder liess das Gebirge zu Bruche gehen. Die derartigen Abbaumethoden hatten folgende Nachtheile: 1. Es wurden nur 35 bis 40 Proc. der Kohle gewonnen; 2. in Folge der beträchtlichen Höhe der ausgewonnenen Räume entstanden bedenkliche Schäden an der Oberfläche; 3. begünstigt durch die zurückbleibenden Kohlen entstanden leicht Grubenbrände.

457. Gegenwärtig werden solche Flötze meist*) in horizontalen, verticalen oder geneigten Scheiben von gewisser Dicke und mit vollständigem, unentzündlichem Versatze abgebaut. Dieses Verfahren vermeidet alle die vorstehend aufgeführten Unzuträglichkeiten und bedeutet einen wichtigen Fortschritt in dem Bergbaubetriebe auf mächtigen Kohlenflötzen. Bei solchen Flötzen fällt das nöthige Versatzmaterial beim Abbau selbst natürlich nicht in genügender Menge, sondern muss grösstentheils von Tage her bezogen werden.

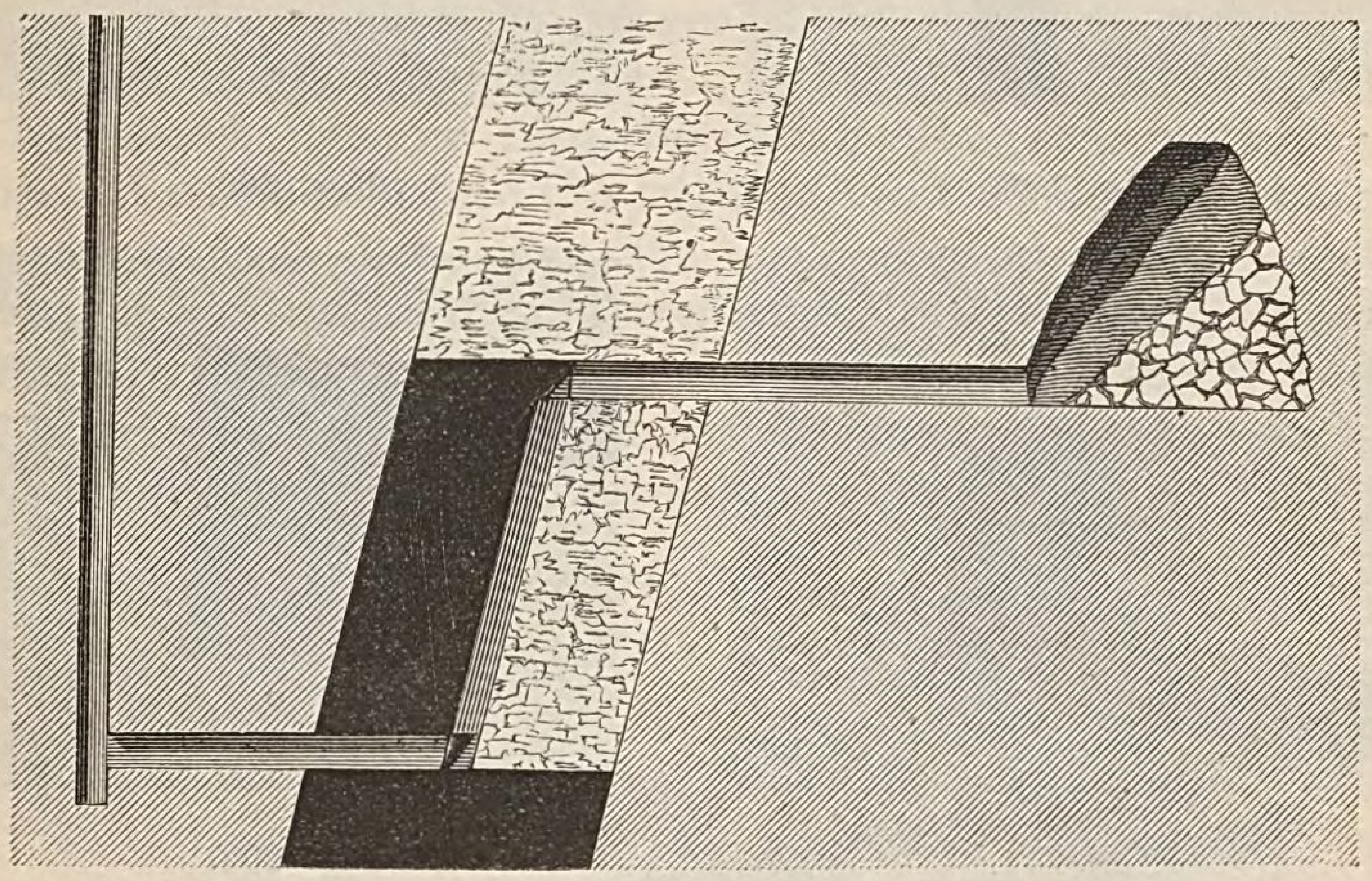
458. Zu letzterem Zwecke dient gewöhnlich ein besonderer Schacht (*puits à remblais*). In der Nähe desselben legt man einen Steinbruch oder eine offene Grube an, welche die erforderlichen Ver-

*) Z. B. in den Bassins von Mittelfrankreich, auf welche überhaupt die vorliegende Schilderung in erster Linie sich bezieht. L.

satzmassen liefert. Diese werden in Förderwagen mittelst seigerer Bremsen auf die Wettersohle hinab und von da in die Abbaue gefördert.

459. Manchmal legt man den Steinbruch statt an der Oberfläche, wo es nicht immer möglich ist, unter Tage an. Solche Anlagen heissen Bergemühlen (*chambres d'éboulement*). In der Nähe der Abbaupunkte treibt man einen Querschlag bis zu einer Stelle, wo das Gebirge möglichst wenig standhaft ist. Der Querschlag wird sorfältig verbaut. An seinem Ende bricht man eine Weitung aus und lässt dieselbe zu Bruche gehen, worauf man aus derselben längere Zeit hindurch die nöthigen Bergemassen gewinnen kann (Fig. 196).

Fig. 196.



460. Um das über den Versatz Gesagte kurz zusammenzufassen, so ist derselbe zwar eine kostspielige Sache, aber bei schwachen Flötzen zur Offenerhaltung der Baue und zur Wetterführung, bei mächtigen Flötzen zur Vermeidung von Abbauverlusten, Grubenbränden und allzu starken Bodensenkungen unbedingt nothwendig. Bei mittelstarken Flötzen hingegen, welche mittelst Pfeilerbaues gewonnen werden können, kann der Versatz fortbleiben und gestaltet sich dadurch der Abbau am vortheilhaftesten.

461. VI. Die Strecken im Flötz. — Im siebenten Capitel wurde die Herstellung der die Gesteinsschichten durchschneidenden, zur Aufschliessung der Flötze dienenden Strecken betrachtet. Der Abbau bedingt aber zahlreiche Strecken in den Flötzen selbst. Richtung, Neigung und Dimensionen dieser Strecken hängen von der Abbaumethode ab. In der Regel hat man herzustellen: 1. horizontale Förderstrecken von grösserem Querschnitt; 2. horizontale Wetterstrecken;

3. horizontale oder in der Einfallsrichtung geneigte oder diagonale Hülfsstrecken von sehr verschiedenen Dimensionen.

Fig. 197.

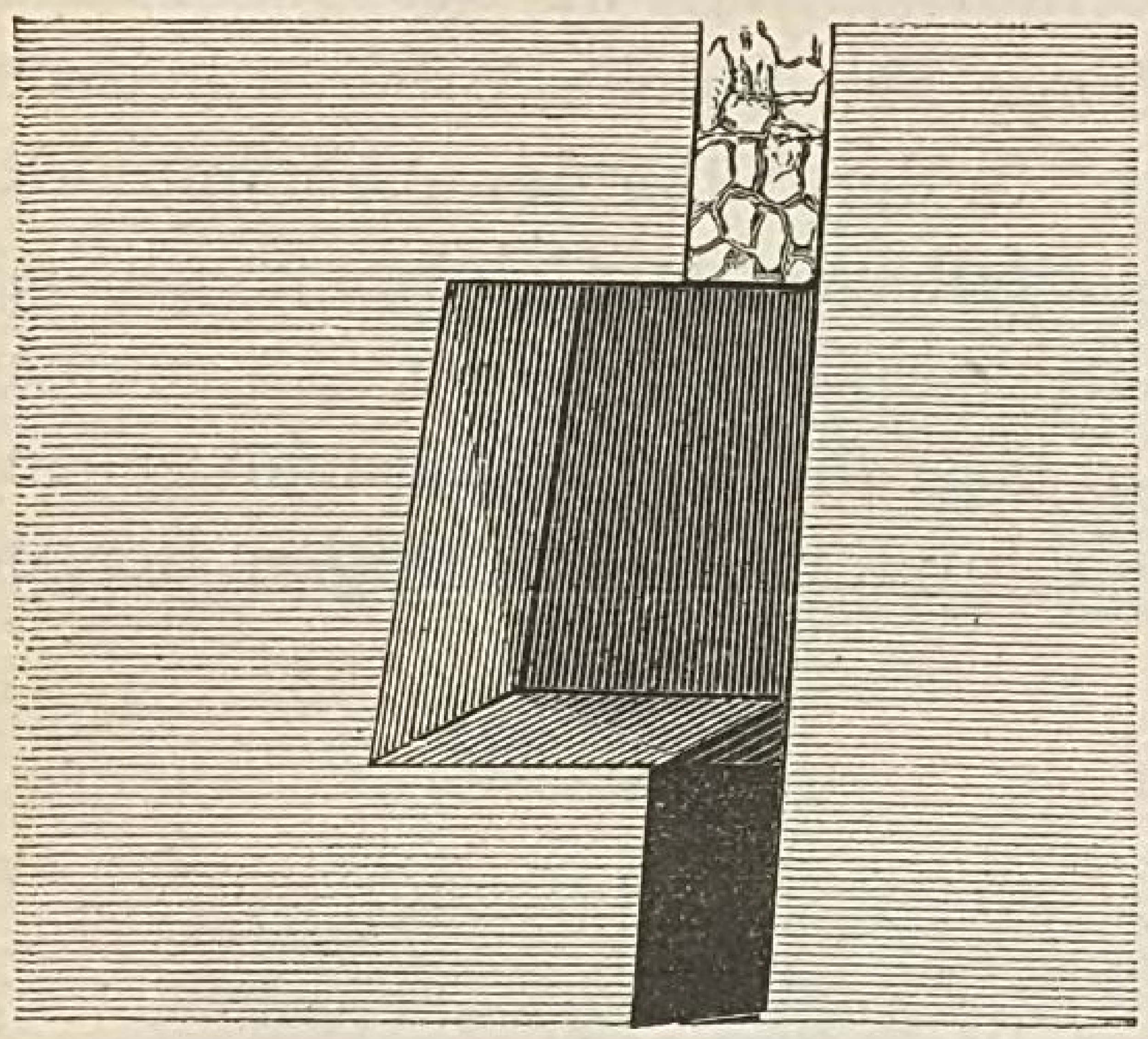


Fig. 198.

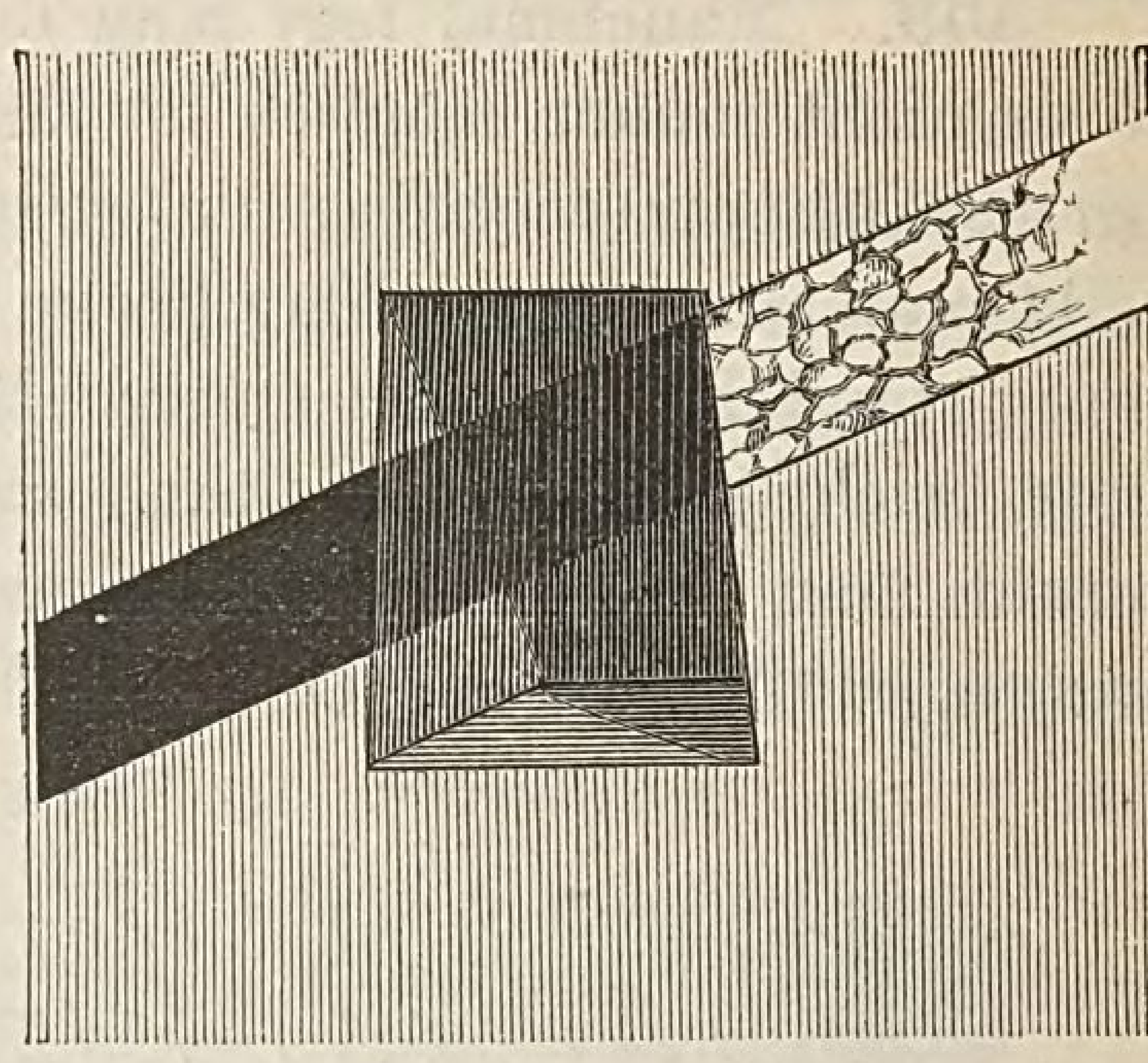


Fig. 199.

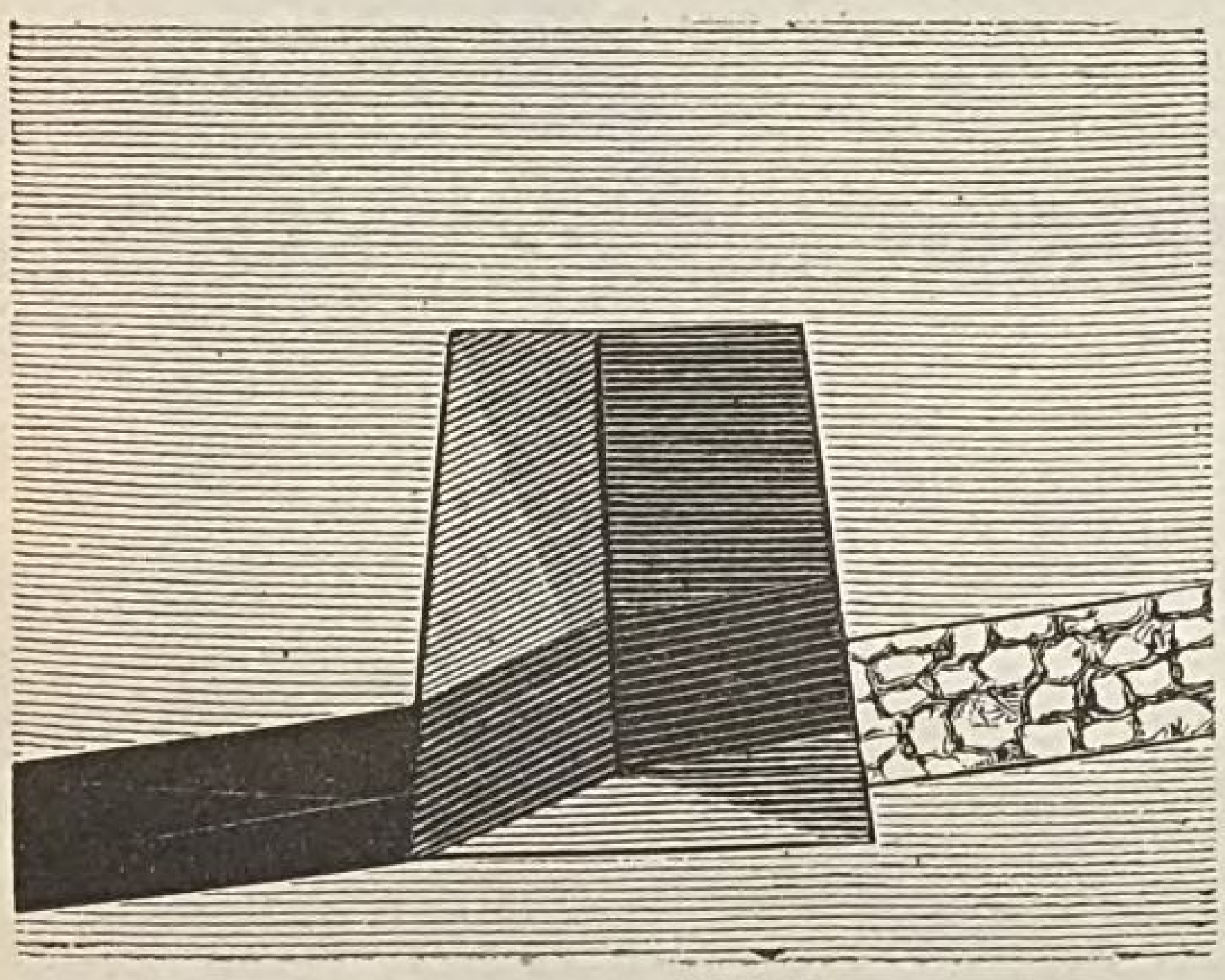


Fig. 200.

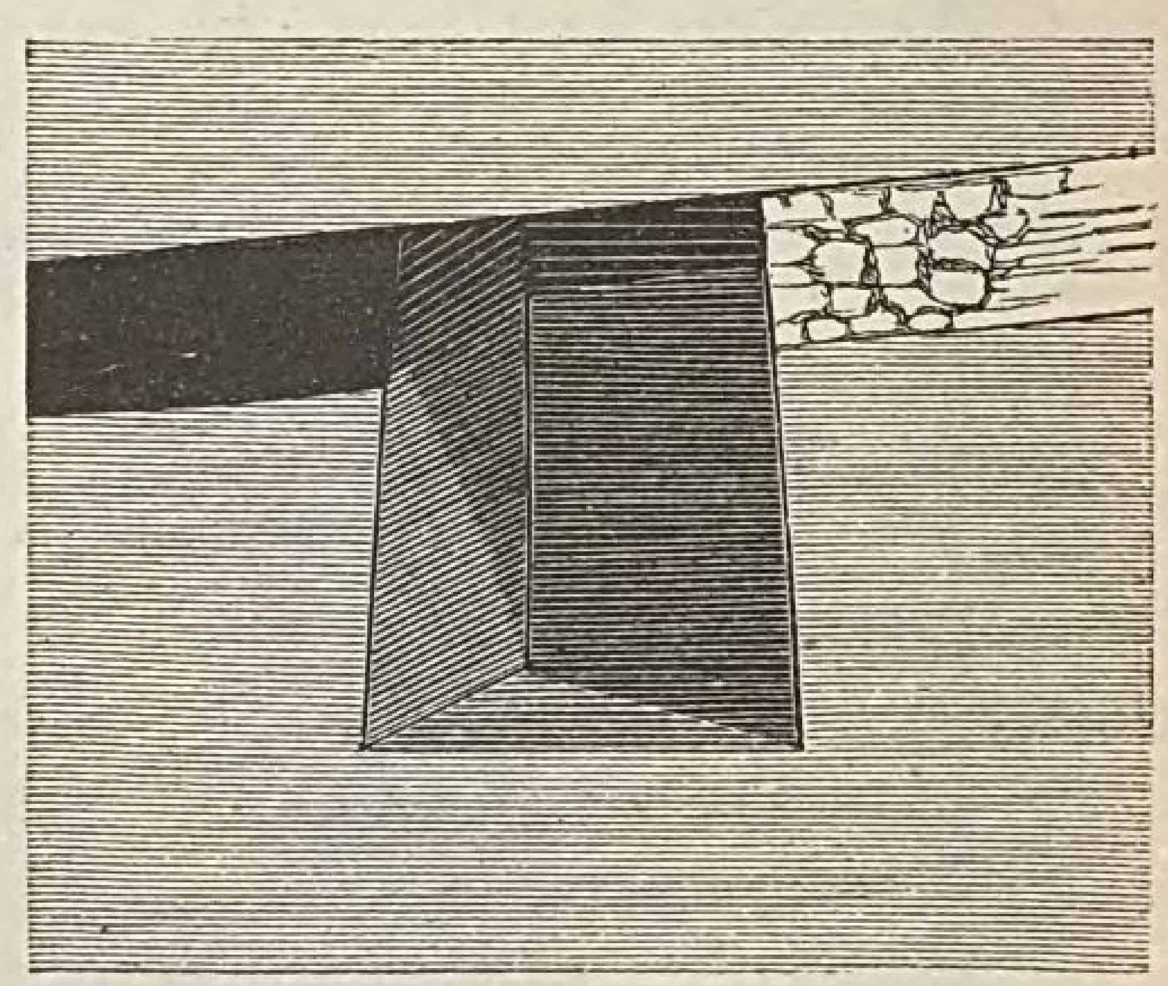


Fig. 201.

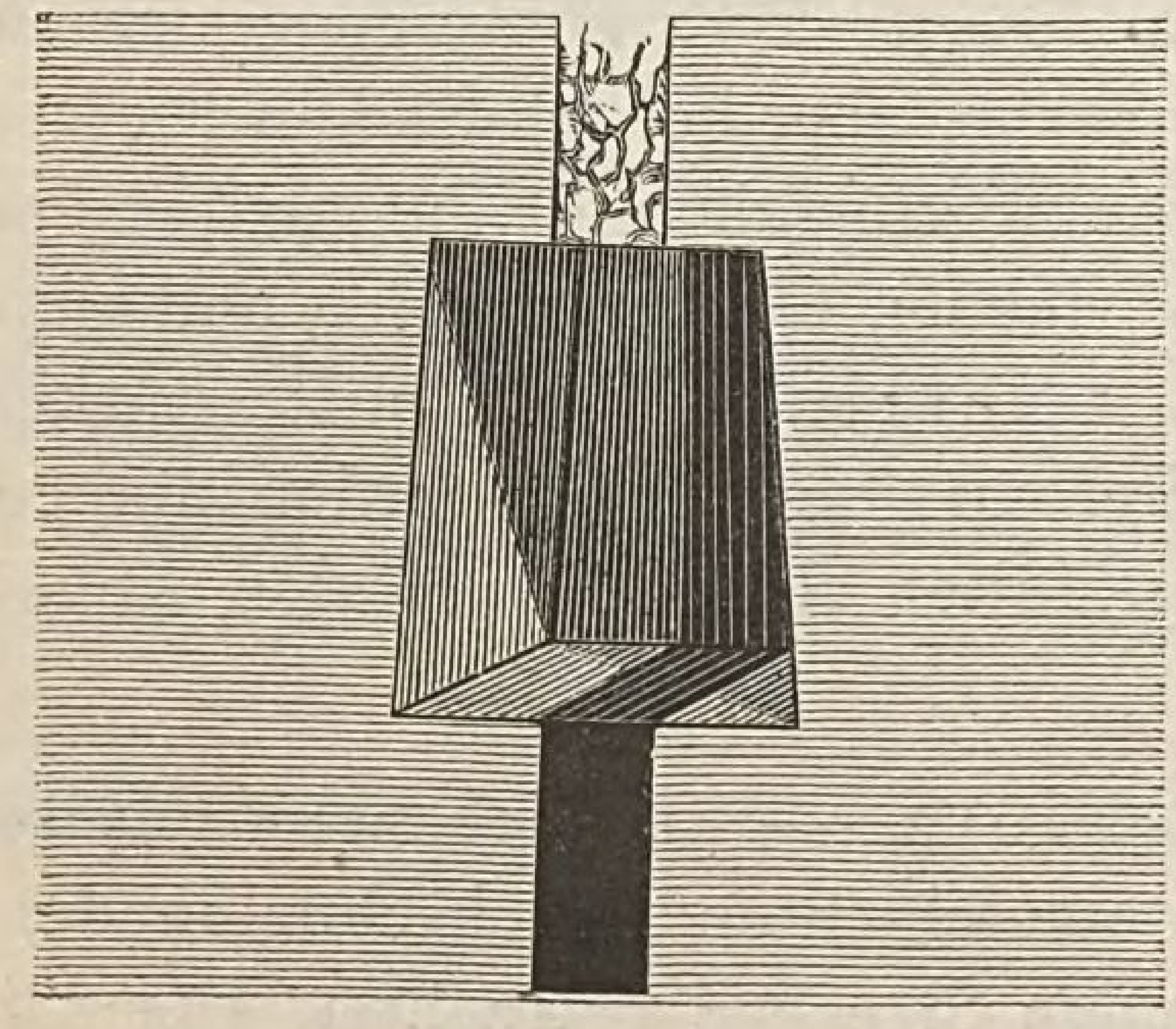
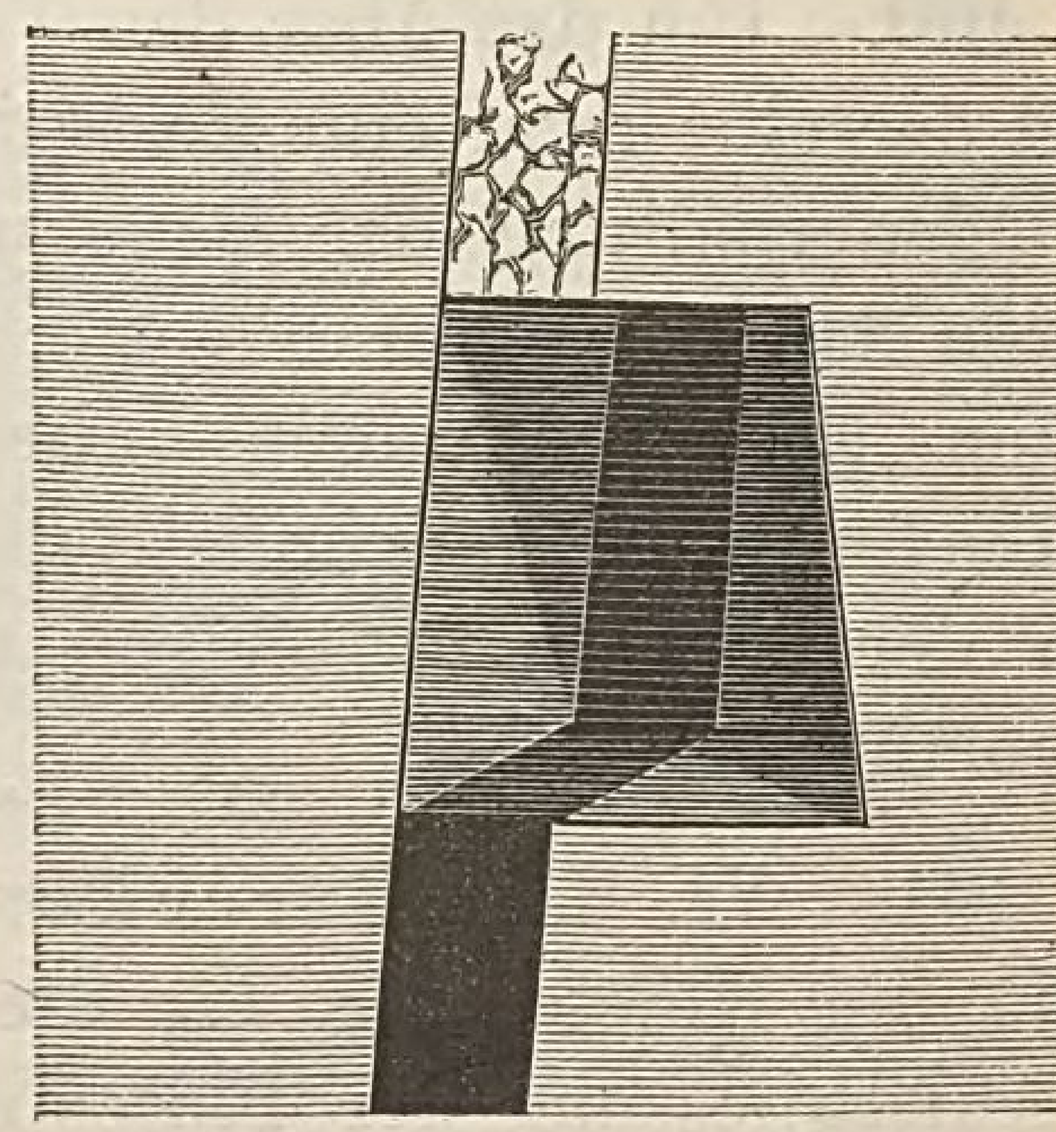


Fig. 202.



Bei starken Flötzen kommen diese Baue ganz in die Kohle zu stehen und bieten dann in ihrer Herstellung nichts Bemerkenswerthes. Bei schwachen Flötzen hingegen ist man gezwungen, Nebengestein „mitzunehmen". Letzteres geschieht je nach der Stärke des Einfallens

in verschiedener Weise; man schneidet entweder ins Hangende oder ins Liegende oder in beide gleichzeitig ein.

Die Figuren 197 bis 202 stellen mehrere bei streichenden Strecken vorkommende Anordnungen dar.

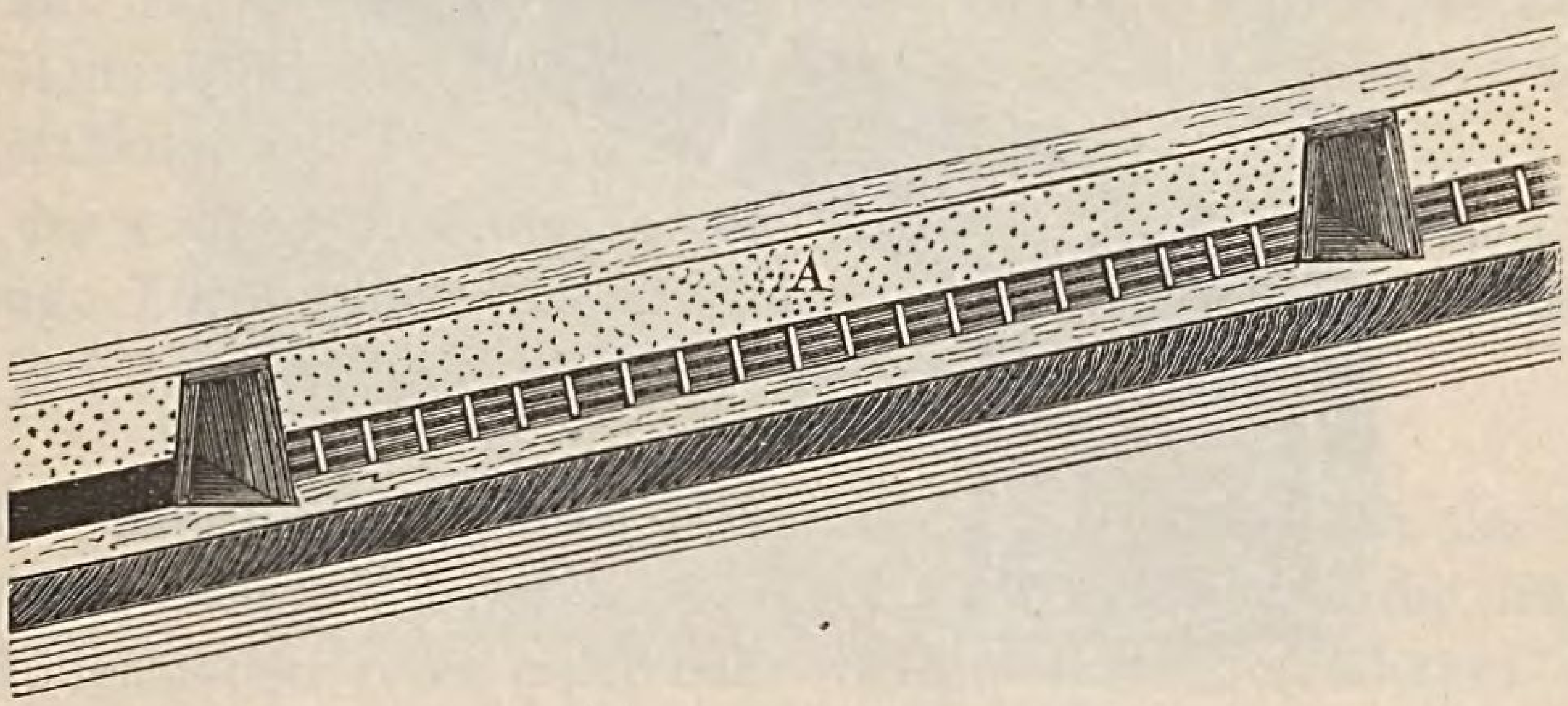
462. Darüber, ob mit dem Streckenquerschnitt ins Hangende oder ins Liegende oder in beide zugleich einzuschneiden ist, lassen sich nachstehende Regeln aufstellen.

463. Auf flachen Flötzflügeln bricht man lieber das Liegende an, und zwar aus folgenden Gründen:

Bei der häufig vorhandenen Verschiedenheit in der Zusammensetzung der Schichten am Hangenden und am Liegenden der einzelnen Flötze sind die Schichten am Liegenden in der Regel die weicheren, also leichter zu bearbeiten*).

Das Einschneiden ins Liegende statt ins Hangende hat ferner den Vortheil, dass die Schichten des letzteren nicht in ihrer Tragkraft geschwächt werden. Betrachtet man z. B. einen Abschnitt von einem Plateur, in welchem nach der betreffenden Abbaumethode in gewissen Abständen streichende Strecken nachgeführt werden müssen, so ist es klar, dass beim Einschneiden ins Hangende eine Schicht, wie die in Fig. 203 mit *A* bezeichnete, wenn sie von einer Reihe paralleler Ein-

Fig. 203.



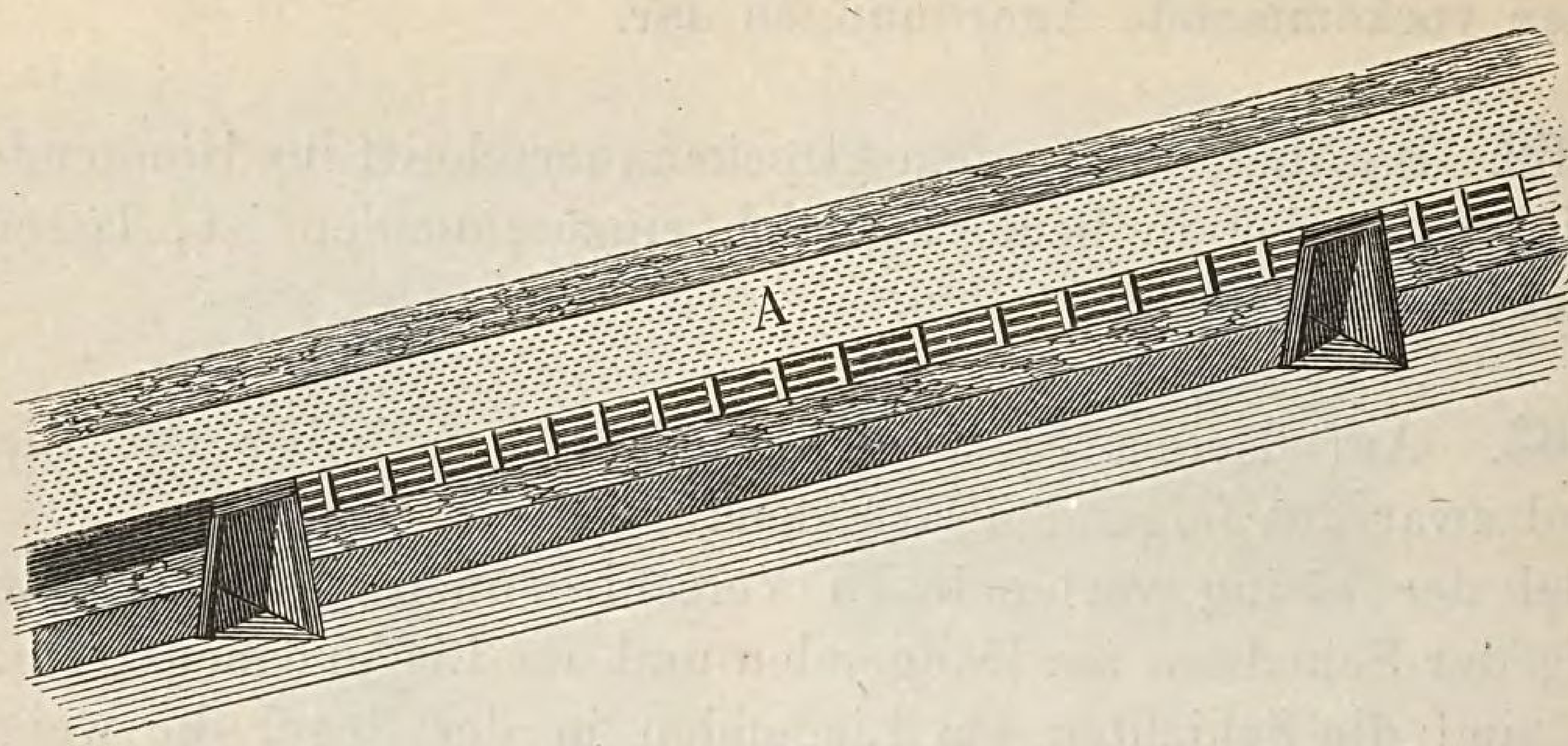
schnitte durchzogen wird, viel mehr Neigung zum Niedergehen haben muss, als wenn sie in ihrer ganzen Ausdehnung unverritzt gelassen wird (Fig. 204, a. f. S.); bei letzterer Disposition kann der Druck in den Abbauen sehr viel geringer ausfallen.

Endlich haben wir gesehen (436), dass das Einschneiden ins Liegende auch das Laden der Kohlen sehr erleichtert, indem man Ladetrichter anwenden und direct in den oberen Theil der Strecken einmünden lassen kann (Fig. 205, a. f. S.), während beim Einschneiden der

*) Oft genug ist es gerade umgekehrt. L.

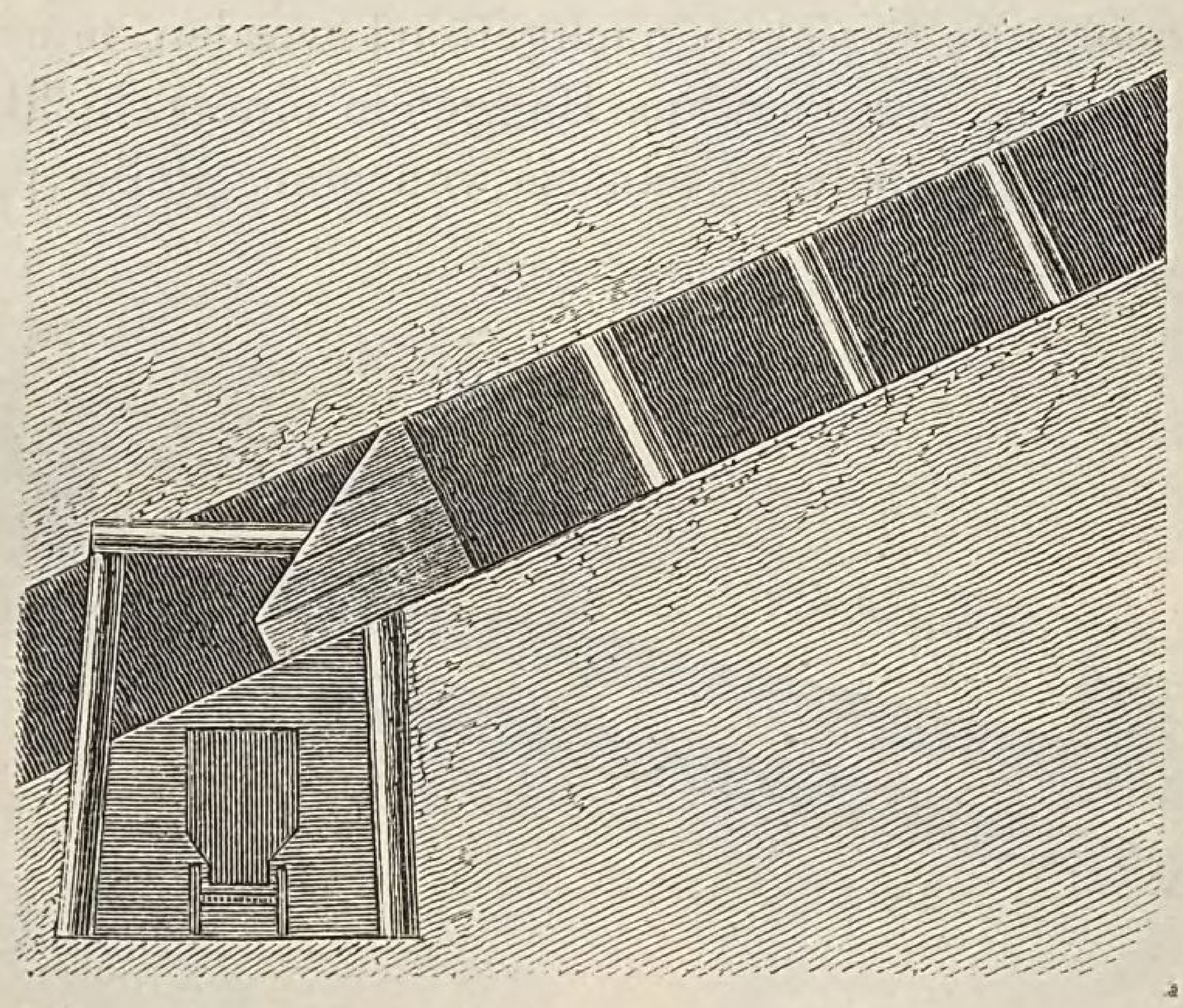
Strecken ins Hangende alle aus dem Abbau kommenden Kohlen mit der Schaufel eingeladen werden müssen *).

Fig. 204.



464. Auf steilen Flötzflügeln fallen die beiden letzterwähnten Gesichtspunkte fort und schneidet man daher in diejenige Seite ein, welche am leichtesten zu bearbeiten ist.

Fig. 205.



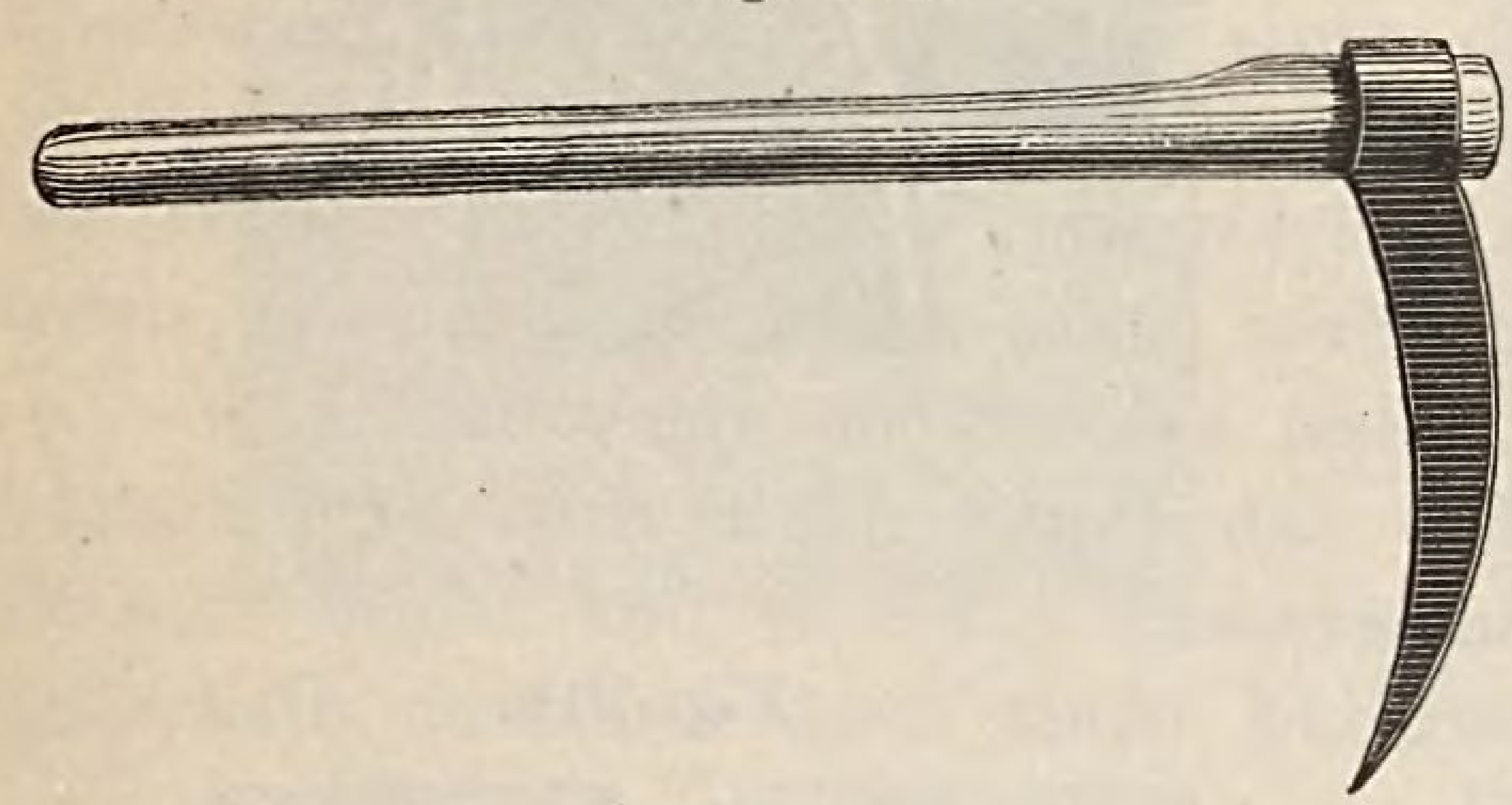
465. Das Auffahren (Nachführen) der Strecken im Flötz. — In schlagwetterfreien Gruben stellt man die Flötzstrecken durch Schiessarbeit her. Dieselbe erfolgt hier unter sehr günstigen Bedingungen, weil durch das vorgängige Herausbauen der Kohle immer ein höchst vollkommener Einbruch vorhanden ist. Gewöhnlich genügt ein Bohrloch von der Länge des täglichen Vorrückens, um die ganze Gesteinsbank

*) Ausserdem hat das ausschliessliche Einschneiden ins Liegende für die Wetterführung den grossen Vortheil, dass das Hangende durch das ganze Abbaufeld glatt bleibt und sich nicht so leicht locale Schlagwetteransammlungen bilden können. L.

hereinzubringen. Es bleibt dann nur noch übrig, dem Streckenumfang die nöthige regelmässige Form zu geben, was mit der Keilhaue geschieht.

In Gruben mit schlagenden Wettern darf man die Schiessarbeit nur höchstens in den Grundstrecken und auch dann nur unter Beobachtung der weitgehendsten Vorsichtsmaassregeln anwenden. Das Nachreissen der Hülfs- und Wetterstrecken muss ohne jenes Hülfsmittel geschehen. Nicht zu feste Gesteinsbänke können mit einer besonderen Gesteinskeilhaue (Fig. 206) hereingewonnen werden. Nöthigenfalls hilft man sich mit kleinen Stahlkeilen, welche mit dem Schlägel in die Klüfte des Gebirges eingetrieben werden, oder mit Stemmeisen, welche zum Ablösen gelockerter Massen dienen. Bei festen Gebirgsschichten geht die Arbeit mit diesem Gezähe äusserst langsam von statten, in Folge dessen auch die Abbaustösse weniger rasch vorrücken können. Ein günstiges Resultat erreicht man durch Anwendung des früher beschriebenen Federkeils (377). Für die hier in Betracht kommenden Verhältnisse eignen sich am besten lange Keile von grossem Durchmesser, welche mit einem von Hand oder besser durch comprimirte Luft bewegten Rammklotz eingetrieben werden (letzteres durch die *bosseyeuse Dubois et François*).

Fig. 206.



In der wohlorganisirten Anwendung des Federkeils dürfte bis jetzt die einzige Lösung der so wichtigen Frage wegen Beseitigung des Pulvers bei den Arbeiten im Flötz bestehen.

466. Eine in vorstehender Weise durch Nachreissen des Nebengesteins hergestellte Flötzstrecke bedarf zur Erhaltung ihrer ursprünglichen Dimensionen eines mehr oder weniger starken Ausbaues. Hierzu wird so gut wie immer Holz verwendet, dessen Wirkung man durch eine trockene Mauerung aus den beim Auffahren gewonnenen grösseren Bergestücken unterstützen kann.

Alles, was weiter oben über das Verbauen der Querschläge gesagt worden ist (308 ff.), gilt auch für den Ausbau der Flötzstrecken. Indessen findet sich bei letzteren häufig unvollständige Zimmerung, deren Construction sich von derjenigen der typischen Thürstockzimmerung mehr oder weniger weit entfernt. Es hängt dies von der Art, wie das Nebengestein angeschnitten ist, und von der oft sehr verschiedenen Beschaffenheit desselben ab. Die Figuren 207 bis 210 (a. f. S.) zeigen einige Beispiele dieses Holzverbaues und machen eine nähere Beschreibung überflüssig.

Bei bröckeligem Nebengestein muss der Stoss auch zwischen den Thürstöcken verkleidet werden. Wie solche Verkleidungen ausgeführt werden, ist ebenfalls schon früher angegeben (310).

Fig. 207.

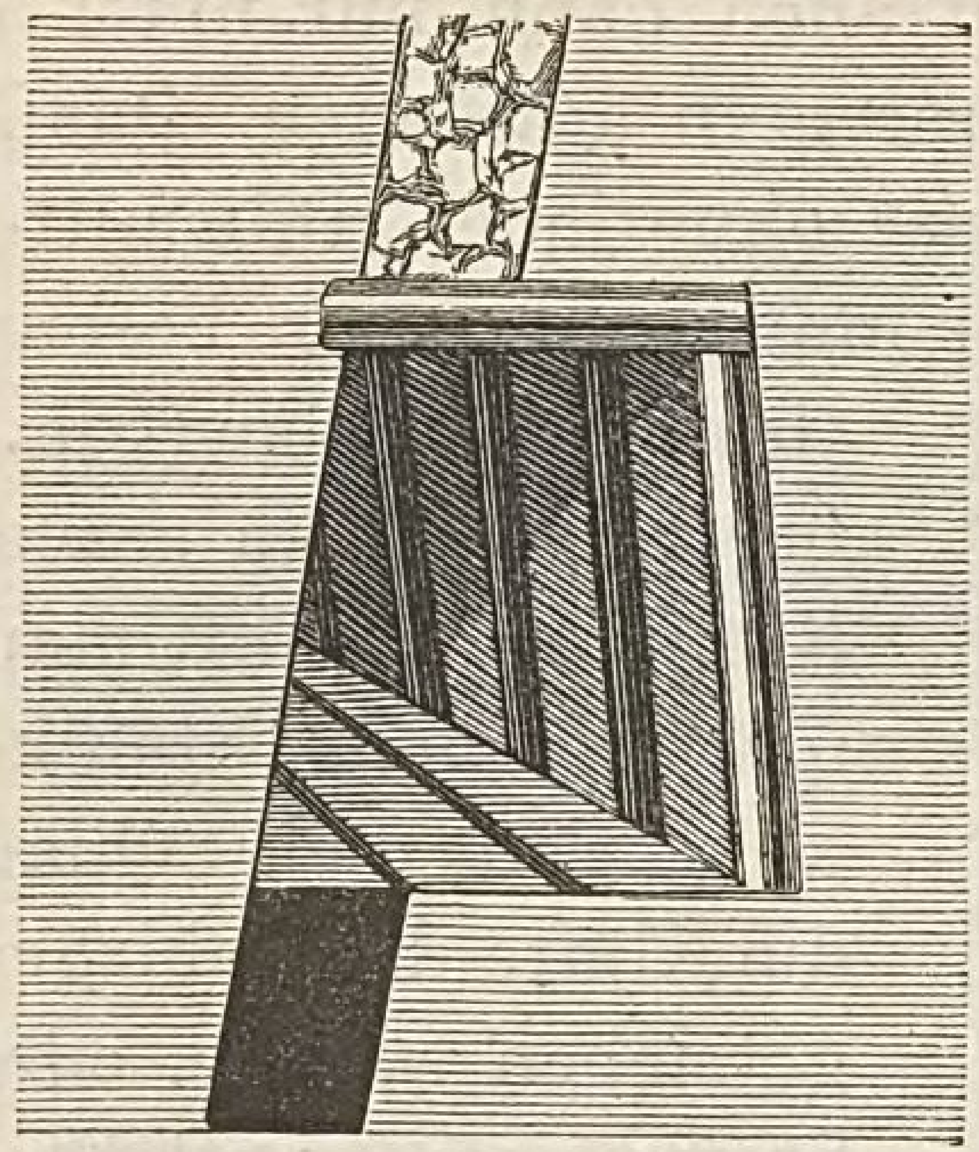


Fig. 208.

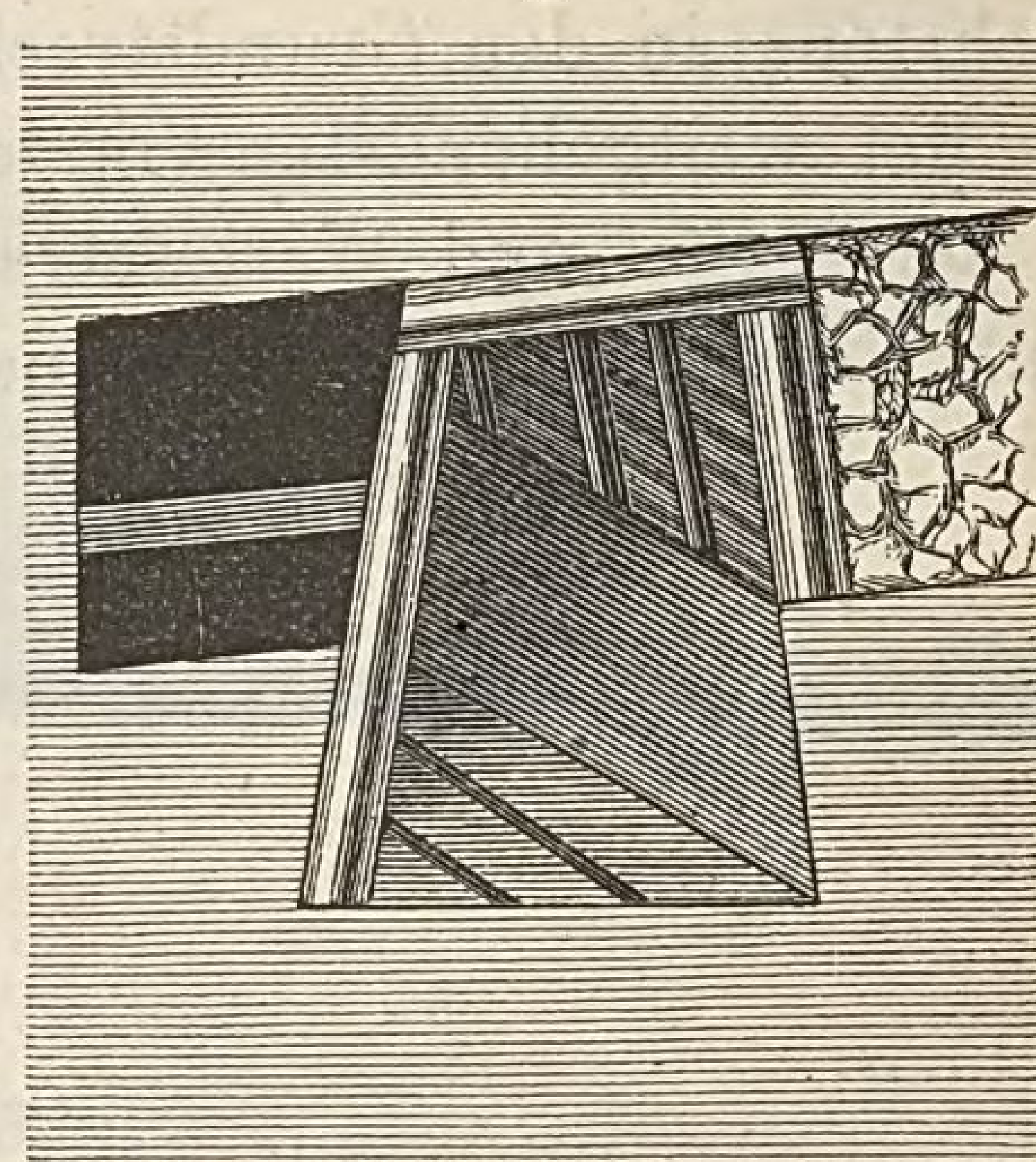


Fig. 209.

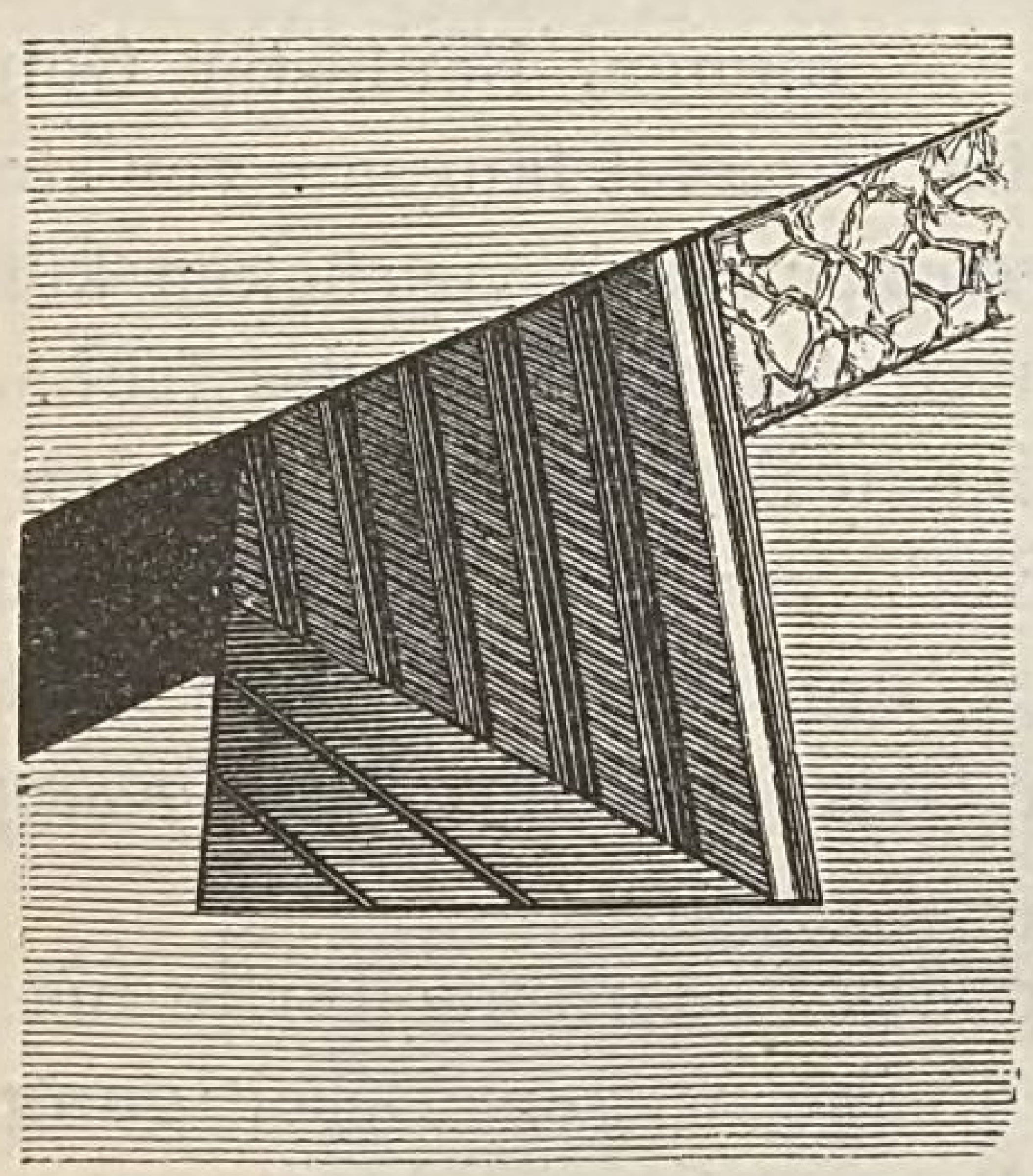
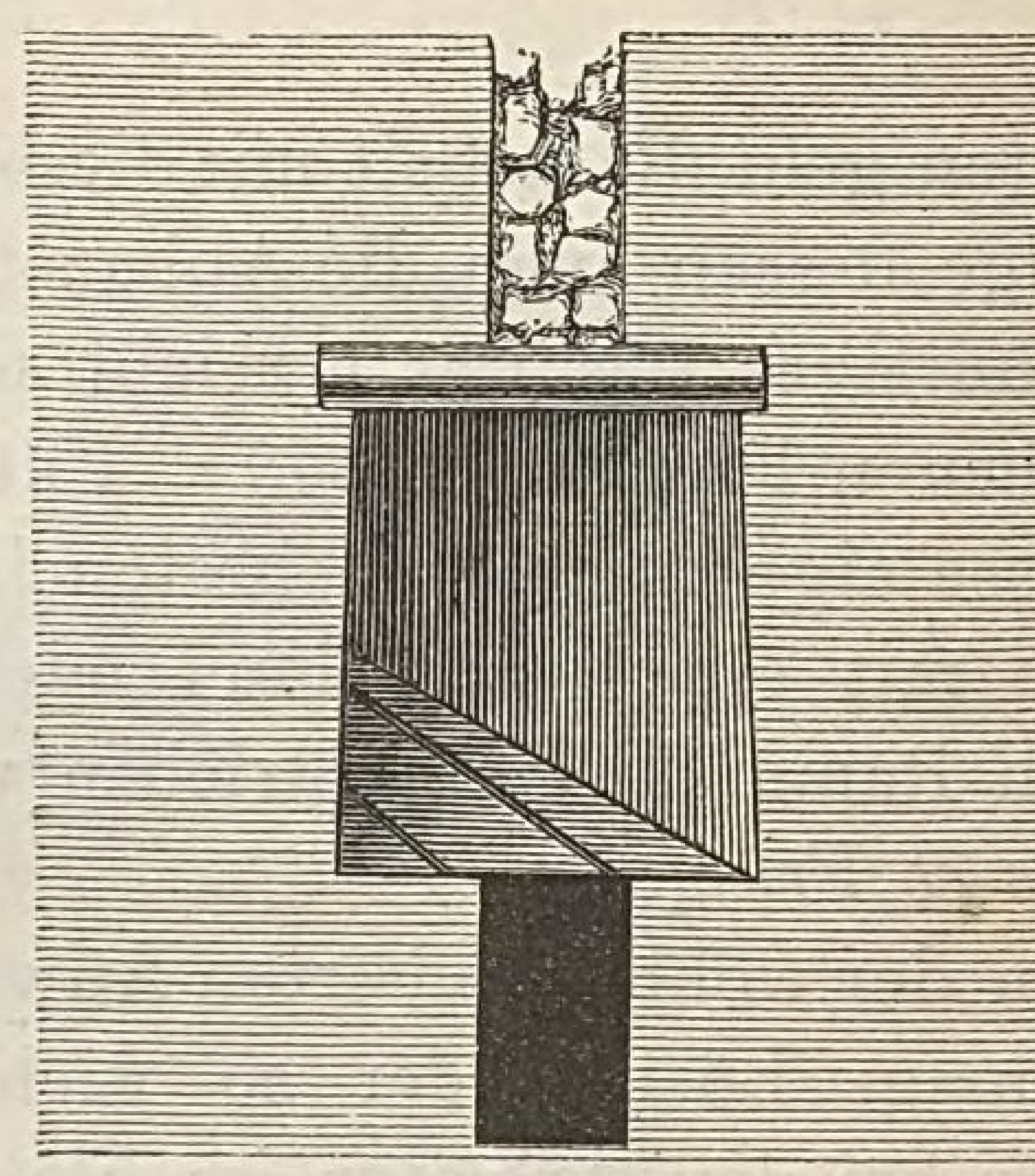


Fig. 210.



467. Bei nicht ganz gutem Gebirge unterliegt jede noch so gute Streckenzimmerung schliesslich dem Zerbrechen. Der Gebirgsdruck tritt in den Flötzstrecken viel stärker auf als in den Querschlägen. Jene erfordern deshalb oft sehr viel Reparatur. Wenn eine Strecke in Druck geräth, so muss jeder Thürstock, jeder Stempel, sobald er schadhaft wird, ausgewechselt werden. Man darf damit nicht warten, bis das Holz vollständig entzwei gebrochen ist, denn sonst überträgt sich der frei wirkende Druck auf die Nachbarstempel und beschleunigt deren Zerknicken, so dass die Zerstörung mit rasch wachsender Schnelligkeit immer weiter um sich greift.

Nachdem eine Strecke zum ersten Male gründlich reparirt worden ist, also die meisten Thürstöcke durch neue ersetzt sind, hält sie sich stets viel länger als vorher. Dies kommt daher, dass der erste Druck immer der stärkste ist. Man findet es deshalb häufig vortheilhaft, neue Strecken zuerst nur provisorisch mit billigem Material, z. B. Kiefernholz, zu

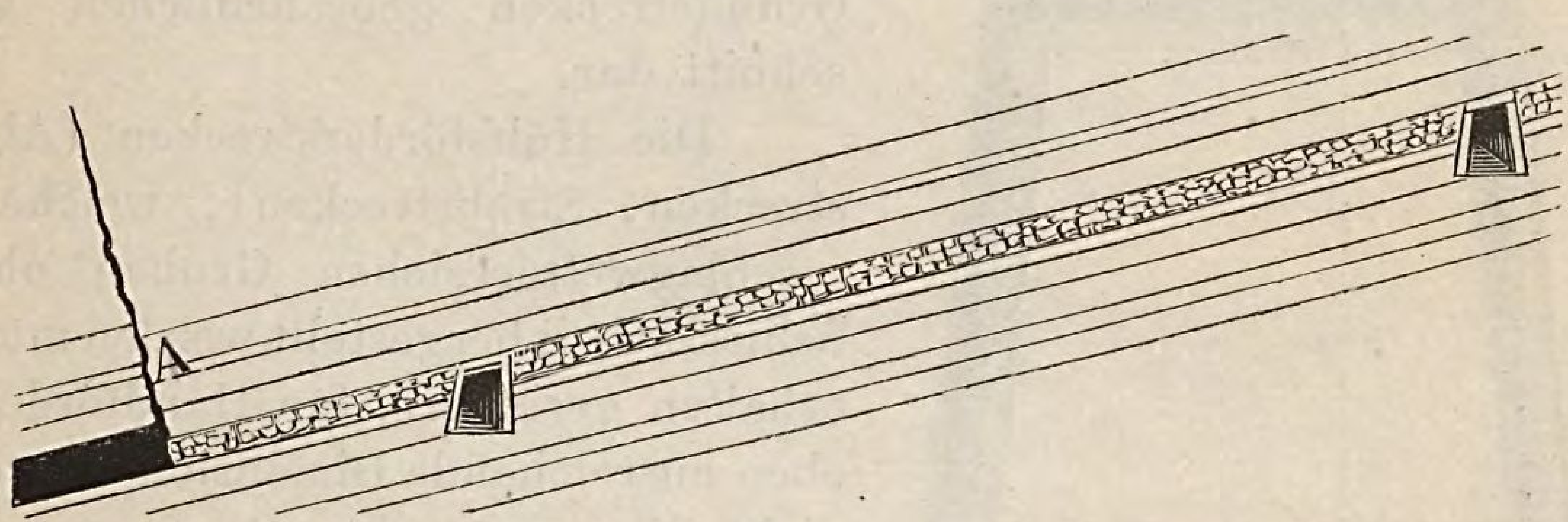
verstempeln, und erst später, wenn der erste Druck gewirkt hat, in gute Eichenholzzimmerung zu stellen.

Dieser, dem Abbau nachfolgende Anfangsdruck, welcher nach einiger Zeit aufhört, erklärt sich leicht durch das Zusammensacken des Versatzes. Letzterer ist zusammendrückbar und giebt dem Druck des Hangenden so lange nach, bis er compact genug ist, um denselben auszuhalten. Man braucht nur einmal alten Bergeversatz gesehen zu haben, um diese Wirkung des Gebirgsdruckes zu verstehen.

Zuweilen sucht man auf noch andere Weise dem ersten Drucke auszuweichen. Man fährt mit einer Strecke von kleinem, für den Fortbetrieb eben genügenden Querschnitte voraus und lässt die Erweiterung und definitive Verzimmerung erst 50 bis 100 m weiter rückwärts, wo der erste Druck schon vorbei ist, nachfolgen.

Wenn unterhalb der Strecke fester Kohlenstoss stehen bleibt, so nimmt man auch wohl, damit das Gebirge nicht gerade über der Strecke bricht und so einen immerwährenden Druck ausübt, nächst unterhalb derselben noch einen Abbaustoss von mässiger Breite mit

Fig. 211.



zu Felde (Fig. 211). Der Bruch erfolgt dann bei *A* und nicht direct über der Strecke.

Man sucht die bei der Streckenunterhaltung ausgewechselten Hölzer im Abbau oder in kleineren Strecken wieder zu benutzen. Sind sie jedoch zu übel zugerichtet, so schafft man sie zu Tage und verkauft sie als Brennholz.

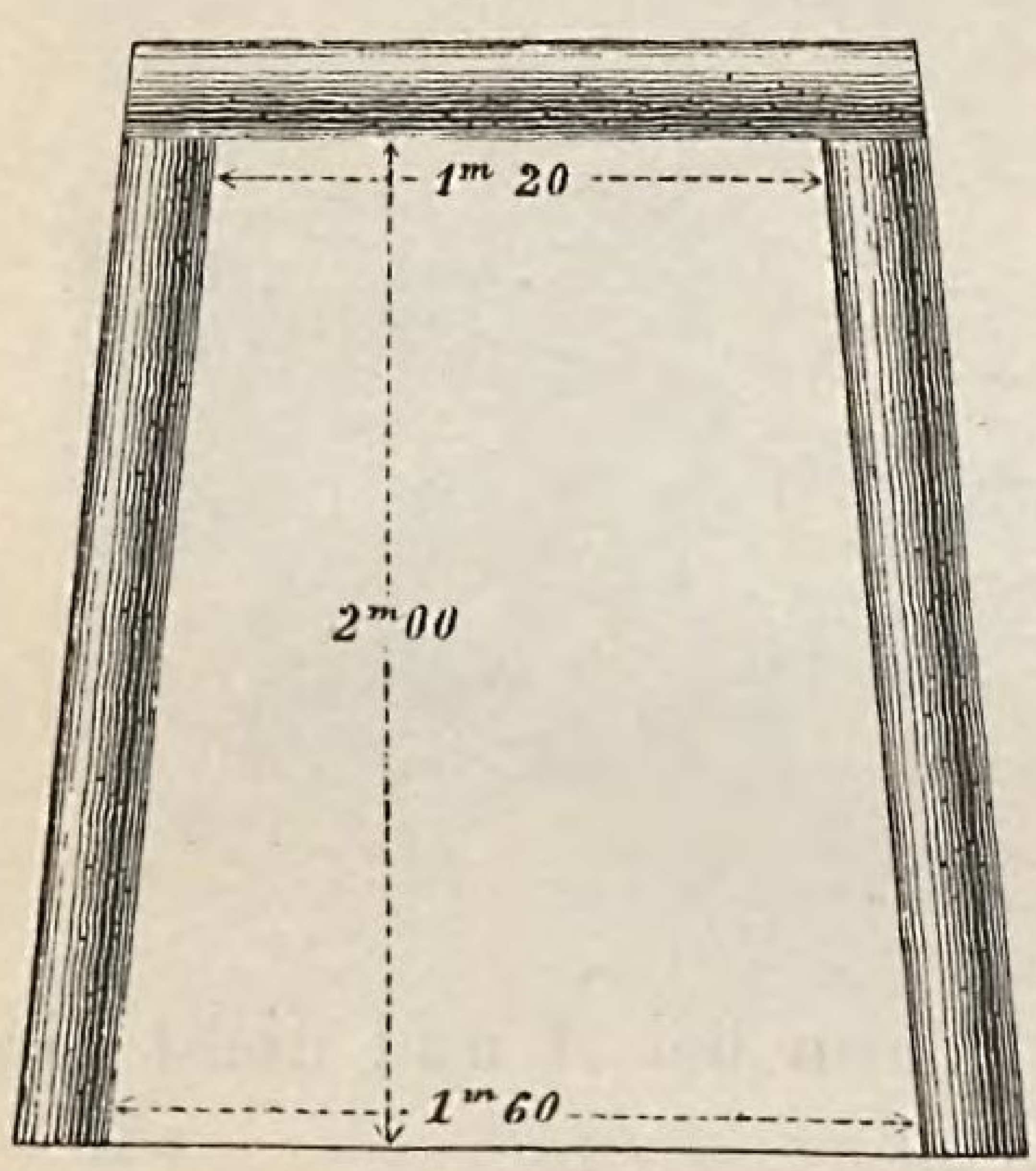
Eine sehr zweckmässige Maassregel ist die, überall zu beiden Seiten der Strecken den Versatz aus den grössten und festesten Bergestücken aufzuführen, so dass eine Art Bruchsteinmauer hinter der ganzen Zimmerung entlang läuft. Zuweilen lässt man auch zu beiden Seiten einen Kohlenpfeiler von einigen Metern Breite stehen, welcher später, nach Vollendung des übrigen Abbaues, rückwärts weggenommen werden kann. Dieses letztere Verfahren findet hauptsächlich bei Bremsbergen oder sonstigen Verbindungswegen von längerer Dauer Anwendung, in den meisten Fällen werden jedoch gute, sorgfältig aufgeführte Versatzmauern noch vorzuziehen sein.

Es ist hier der Ort, um über den Einfluss eines guten Bergeversatzes im Allgemeinen auf die Streckenerhaltung Einiges zu sagen. Die dichte Ausfüllung der abgebauten Räume vermindert natürlich die Senkung des Hangenden und folglich den Druck auf die Zimmerung bedeutend. Ein Theil der auf den auch in anderer Beziehung so nützlichen Versatz verwendeten Kosten wird daher durch merkliche Ersparnisse bei der Streckenunterhaltung wieder eingebracht. Auch ist daran zu erinnern, dass Strecken, welche in guter Zimmerung, in ihrem ursprünglichen Querschnitt und Niveau erhalten sind, ihren Zwecken in ganz anderem Maasse dienen, als wenn sie schlecht unterhalten, verdrückt u. s. w. sind.

468. Die Dimensionen der Flötzstrecken sind verschieden je nach ihrer Bestimmung, dem Gebirge und den örtlichen Verhältnissen.

Eine Strecke, in welcher Pferde gehen sollen, muss mindestens 1,50 m breit und 1,80 m hoch sein. Im Uebrigen berechnen sich die Dimensionen nach den schon früher, bei Besprechung der Querschläge, dargelegten Gesichtspunkten (302). Fig. 212 stellt einen für einspurige Grundstrecken gebräuchlichen Querschnitt dar.

Fig. 212.



Die Hülfsförderstrecken (Abbaustrecken, Strebstrecken), welche bei schlagwetterreichen Gruben ohne Schiessarbeit hergestellt werden müssen, erhalten geringere, für Handförderung eben ausreichende Dimensionen, wofern nicht die erwünschte Gewinnung von Versatzbergen und die Beschaffenheit des Gebirges grössere Abmessungen rechtfertigen.

Was die Richtung und Neigung dieser Hülfsstrecken betrifft, so hängen dieselben von der jeweiligen Abbaumethode ab und wird darauf später näher einzugehen sein.

469. Bevor wir das gegenwärtige Capitel beschliessen, mögen noch einige Bemerkungen über die in Kohlengruben zu verwendenden Holzsorten Platz finden.

Zum Verbauen der untergeordneten Strecken nimmt man gewöhnlich Rundhölzer von 10 bis 20 cm Durchmesser, für doppelspurige Strecken und auch sonst bei druckhaftem Gebirge wählt man dagegen behauenes Stammholz von 20 bis 30 cm im Quadrat.

Die beste Holzart für beide Sorten ist die Eiche. Ihr Holz ist äusserst widerstandsfähig und fault schwerer als alle anderen Hölzer. Wegen seines hohen Preises begnügt man sich jedoch für Hülfsstrecken

häufig mit Kiefern- oder Birkenholz. Kiefernholz hat geraderen Wuchs und ist leichter zu bearbeiten als Eichenholz, fault aber leicht, besonders in warmer und feuchter Luft. Aus letzterem Grunde ist es absolut verwerflich für ausziehende Wetterstrecken und sonstige die Fäulniss begünstigende Orte.

Birkenholz ist ebenfalls ein brauchbares Material und kann unter den gleichen Bedingungen Verwendung finden, wie das Kiefernholz.

Buchenholz ist zur Streckenzimmerung nicht zu gebrauchen, weil es zu bald zerknickt.

470. Zum Verbauen der Abbaustätten dienen im Allgemeinen die sogenannten Stempelhölzer, Rundhölzer von ursprünglich 5 bis 6 m Länge *) und durchschnittlich etwa 10 cm Durchmesser. Ihr dickes Ende liefert die eigentlichen Stempel zum Abstützen des Hangenden, ihr abgeschnittenes dünnes Ende wird zu Unterzügen (Kappen) verwendet. Zu letzteren nimmt man jedoch besser längsgespaltenes Kiefernholz, da dies sich besser gegen die Gesteinsfläche anlegt.

Die Stempel bestehen aus Eichen-, Birken-, Kiefern- oder Buchenholz. Da die Hölzer beim Abbau nur kurze Zeit hindurch zu halten brauchen, so wählt man sie aus dem billigsten Material, welches zur Verfügung steht. Es ist dabei zu berücksichtigen, dass das Kiefernholz wegen seines geraderen Wuchses beim Zuschneiden weniger Abfall giebt, als alle anderen Holzarten.

Was die zur weiteren Verkleidung bröckeliger Flächen dienenden Hölzer betrifft, so kann man dieselben, in einer Stärke von 5 bis 6 cm, ebenfalls aus dem billigsten der vorhandenen Materiale wählen. Wenn jedoch die betreffende Strecke auf längere Dauer berechnet ist, so ist auch hier Eichenholz das empfehlenswertheste.

Faschinen können von beliebigem Holze, nur nicht von Weiden und Ulmen, verfertigt werden. Die letzteren Arten haben ein allzu brüchiges Astwerk.

Durch richtige Auswahl der Grubenhölzer und aufmerksames Studium der örtlichen Bezugsquellen lassen sich Ersparnisse machen, welche im Laufe des Jahres Ziffern von beträchtlicher Höhe erreichen. Jeder Bergwerksbetreiber muss daher auf diesem Gebiete die Bedürfnisse seines Betriebes und die aus der Lage seiner Grube sich ergebenden Bezugsverhältnisse sorgfältig gegen einander abwägen. Ausserdem muss er auch der Verausgabung des Holzes seine Aufmerksamkeit widmen, da dieselbe je nach ihrer Handhabung eine Quelle von Ersparnissen oder von Verlusten sein kann.

*) Bei uns werden die Stempel vielfach schon in den geringeren Längen, in welchen sie verbraucht werden, angeliefert. L.

§. 2.

Oekonomie des Abbaubetriebes.

471. In dem vorhergehenden Paragraphen sind die verschiedenen beim Abbau vorkommenden Arbeiten im Allgemeinen, ohne Rücksicht auf das jeweilige Abbausystem, betrachtet worden. Diese Arbeiten sind eben von dem jeweiligen Abbausysteme ganz unabhängig. Die von jeder derselben verursachten Kosten bilden zusammen die sogenannten Abbau- oder Gewinnungskosten. Die betreffende Summe giebt also die Auslagen an, welche die Kohle bis zu dem Momente, wo sie am Fusse des Abbaustosses oder in der Grundstrecke in den Förderwagen eingeladen ist, den Bergwerksbetreiber kostet.

Diese Ziffer ist natürlich weit verschieden von dem wirklichen Selbstkostenpreise, welcher erst durch Hinzufügung vieler anderer, später zu betrachtender Ausgaben, wie der Kosten für Strecken- und Schachtförderung, Wasserhaltung, Ventilation, Tagearbeiten, Gehälter, Verwaltung u. s. w. entsteht. Alle diese letzteren Ausgaben sind jedoch von den in den einzelnen Abbaustätten vorliegenden Arbeitsbedingungen ganz unabhängig. Die Streckenförderkosten pro 1 Tonne Kohle und 100 m Länge sind dieselben für Kohlen von einem sehr ungünstigen wie für solche von einem sehr günstigen Abbaupunkte. Ebenso stehen auch die Schachtförderkosten u. s. w. mit den Bedingungen der Gewinnungsarbeit vor dem Abbaustoss in keiner Beziehung.

Will man also die ökonomischen Verhältnisse zweier unter verschiedenen Bedingungen arbeitenden Abbaustösse oder vielleicht zweier auf demselben Flötze angewandter Abbaumethoden mit einander vergleichen, so muss dies durch Zusammenstellung der Gewinnungskosten, zu welchen eben nur die Kosten der im vorhergehenden Abschnitte betrachteten Arbeiten zu rechnen sind, geschehen.

472. Diese Gewinnungskosten stellen sich in dem complicirtesten Falle, wo alle die verschiedenen, beim Abbau vorkommenden Arbeiten durch je eine besondere Arbeiterkategorie ausgeführt werden *), durch eine Tabelle der nachstehenden Art dar.

*) Welcher Fall wohl nur bei sehr breiten Strebstössen, wie sie in Belgien gebräuchlich sind und bei denen sich eine solche Arbeitstheilung lohnt, vorkommt. L.

Abbau der Strebe Nr.... in dem Zeitraume vom ... bis ...

Bezeichnung der Arbeiten	Lohn pro Tonne Frcs.	Holzkosten pro Tonne Frcs.	Summe pro Tonne Frcs.
Hereingewinnung	2,00	—	2,00
Zwischenförderung	0,50	—	0,50
Laden	0,20	—	0,20
Verbauen	0,45	0,90	1,35
Herstellung des Versatzes . . .	0,60	—	0,60
Streckennachführen	0,55	0,30	0,85
Unterhaltung	0,08	—	0,08
Sonstige Kosten	0,15	—	0,15
	4,53	1,20	5,73

Die Kohle kostet also in diesem Falle bis zum Uebergange an die Hauptförderung 5,73 Frcs. (4,58 Mk.) pro Tonne und dies ist die Ziffer, von der man sich stets Rechenschaft zu geben in der Lage sein muss, um den Werth eines Flötzes beurtheilen zu können, d. h. um zu wissen, ob es bauwürdig ist oder nicht, ob es viel oder wenig Ueberschuss liefert. Wenn man dann noch die Förderkosten pro Tonne und Längeneinheit hinzurechnet, kann man beurtheilen, bis zu welcher Entfernung vom Schachte das Flötz den Abbau lohnt.

473. Vergleicht man die Gewinnungskosten gleichartiger Abbaupunkte von verschiedenen Flötzen nach den sie zusammensetzenden Einzelposten, so findet man, dass die letzteren oft sehr von einander abweichen. Dies hängt von der Verschiedenartigkeit der natürlichen Verhältnisse ab. Vergleicht man andererseits jene Einzelposten von verschiedenartig angeordneten Abbaustössen eines und desselben Flötzes, so findet man ebenfalls merkliche Unterschiede. Diese rühren von der Verschiedenartigkeit der Abbaumethoden her.

In dem gegenwärtigen Abschnitte sollen nur diejenigen Bedingungen näher betrachtet werden, welche in den natürlichen Verhältnissen selbst gegeben sind. Hierbei werden die verschiedenen beim Abbau vorkommenden Operationen nochmals und in eingehenderer Weise zur Sprache kommen. Das Wesen der verschiedenen Abbaumethoden wird sich dann später in sehr natürlicher Weise ergeben.

474. Die wichtigsten der den Abbau beeinflussenden natürlichen Verhältnisse sind:

a) die Mächtigkeit des Flötzes;
b) seine Zusammensetzung;
c) sein Einfallen;
d) sein Verlauf im Streichen;
e) seine Härte;
f) die Richtung der Schlechten;
g) die Beschaffenheit des Hangenden und Liegenden;
h) das Verhalten in Bezug auf schlagende Wetter.

475. Einfluss der Mächtigkeit. — Die Mächtigkeit des Flötzes beeinflusst hauptsächlich die Leistung der Hauer hinsichtlich der Kohlenmenge. Die Fläche, welche von einem Arbeiter in einer Schicht abgebaut werden kann, nimmt nicht in dem Verhältnisse ab, wie die Mächtigkeit des Flötzes zunimmt. Das hereingewonnene Volumen ist folglich grösser bei grösserer Mächtigkeit. Dies kommt einfach daher, dass die Hauptarbeit, das Schrämen, die gleiche Zeit erfordert bei geringer wie bei bedeutender Mächtigkeit, während das Abkohlen einer mächtigen Kohlenbank nicht viel länger dauert als das einer schwachen.

Die auf die gewöhnliche Weise abbaufähige Mächtigkeit ist jedoch beschränkt. Wenn nämlich ein Flötz mehr als 4 bis 5 m mächtig wird, so baut man es meist in mehreren der Lagerung parallelen Scheiben ab. So wird zu Montrambert bei Saint-Etienne die 15 m mächtige „*grande masse*" in auf einander folgenden Scheiben von 2 bis 2,50 m Dicke abgebaut, wobei man am Liegenden beginnt und sorgfältig versetzt. Der Versatz jeder vorhergehenden Scheibe dient also der folgenden als Liegendes.

Die sehr mächtigen Flötze sind nichtsdestoweniger immer schwieriger abzubauen als die mittelstarken; die günstigste Mächtigkeit ist diejenige von etwa 1 m.

In Belgien baut man Flötze von nur 0,40 m, dies ist aber auch die äusserste Grenze. In England baut man Flötze von 5 m in einem Male ab, diese Arbeit ist jedoch schwierig und gefährlich.

476. Wie verschieden sich die Gewinnungskosten auf Flötzen von verschiedener Mächtigkeit stellen können, mögen folgende Beispiele zeigen:

Das schwächste Flötz, welches im Serainger Becken gebaut wird ist das Flötz Béchette mit 0,42 m Kohle. In demselben rückt ein Arbeiter mit einem 4 m hohen Abbaustosse pro Schicht um 1,50 m vor Wenn nun dieser Arbeiter 5 Frcs. (4 Mk.) Lohn verdient und 1 cbm anstehendes Flötz 15 hl Kohlen liefert, so ist:

der Kohlenfall pro qm . . . $= 0{,}42 \,.\, 15 = 6{,}30$ hl und
die Hauerleistung pro Schicht $= 6{,}30 \,.\, 1{,}50 \,.\, 4 = 37{,}6$ hl,
folglich Hauerlohn pro hl . . $= \frac{5}{37{,}8} = 0{,}14$ Frcs. (0,11 Mk).

Das mächtigste Flötz desselben Beckens ist das Flötz Malgarnie mit 1 m. Trotz dieser Mächtigkeit kann, da das Flötz sich viel leichter bearbeiten lässt und viel besseres Nebengestein hat als das Flötz Béchette, ein Arbeiter mit einem 4 m breiten Stosse darin 3 m in der Schicht vorrücken. Hieraus ergiebt sich:

der Kohlenfall pro qm . . . $= 1 \,.\, 15 = 15$ hl und
die Hauerleistung pro Schicht $= 15 \,.\, 3 \,.\, 4 = 180$ hl,
folglich Hauerlohn pro hl . . $= \frac{5}{180} = 0{,}03$ Frcs. (0,024 Mk.).

Oft ist der Unterschied in den Hauerkosten nicht so ausserordentlich gross. Dies würde z. B. der Fall sein, wenn wegen der natürlichen Beschaffenheit in dem mächtigeren Flötze ein geringeres Vorrücken erzielt würde, als in dem schwächeren Flötze. Immer jedoch wird der Vortheil merklich auf Seiten des mächtigeren Flötzes bleiben.

477. Die Flötzmächtigkeit ist ferner von Bedeutung für den Transport der Kohlen in die Förderstrecke (Zwischenförderung). In dieser Beziehung ist daran zu erinnern, wie bei gewissem Einfallen und einer Mächtigkeit von 1 m das Fortbewegen mittelst der Schaufel durch die vortheilhaftere Schlittenförderung und bei Mächtigkeiten von mehr als 1 m diese wieder durch das noch vortheilhaftere Einfahren der Förderwagen in die Abbaustätte ersetzt werden kann (426).

478. Die Flötzmächtigkeit hat ferner Einfluss auf die Herstellungskosten der Flötzstrecken. Bei sehr mächtigen Flötzen fällt das Nachreissen für die Strecken ganz fort. In den 2 m mächtigen Flötzen Englands z. B. stehen die Strecken ganz in der Kohle. In diesem Falle ist die Arbeitsersparniss eine bedeutende. Sobald aber wegen geringerer Mächtigkeit das Nachreissen nicht mehr vollständig wegfällt, hängen die Kosten weniger von der Tiefe des Einschnittes, als von der Beschaffenheit des Gebirges und von der Grubengasführung ab.

479. Die Flötzmächtigkeit ist schliesslich auch von Einfluss auf die Kosten des Versatzes. Bei schwachen Flötzen liefert das Streckennachreissen oft mehr Berge, als zum Ausfüllen der Abbaue erforderlich sind, so dass ein Theil zu Tage gefördert und auf die Halde gestürzt werden muss. Bei mittelstarken Flötzen liefern die Strecken, sofern überhaupt mit Bergeversatz abgebaut wird, im Allgemeinen gerade die richtige Menge Versatzmaterial für die Abbaue, bei mächtigen Flötzen hingegen muss noch Versatz von Tage hereingefördert werden.

In den beiden ersten Fällen sucht man durch ein richtiges Verhältniss der Stossbreiten zu dem von jeder Strecke gelieferten Bergequantum im Gleichgewicht zu bleiben. Hierbei müssen aber natürlich auch die beim Abbau selbst fallenden Berge mit berücksichtigt werden. Das Quantum dieser letzteren Berge hängt von der Zusammensetzung des Flötzes ab. Diese ist somit von ganz besonderem Einflusse auf die Frage des Bergeversatzes und es muss dieser Punkt im Folgenden noch eingehender, als bereits früher geschehen, behandelt werden.

480. Einfluss der Zusammensetzung des Flötzes. — Bei mächtigen Flötzen ist die Sache einfach. Da der Betrieb, wenn er überhaupt Berge liefert, dann nicht genug zum Ausfüllen der Abbaue zur Verfügung stellt, so muss man sich dazu entschliessen, solche von Tage her zu beziehen. Dabei ist nur die Regel zu beobachten, dass das Material über die oberen Strecken herbeigeschafft, also von oben her in die Abbaue eingefüllt wird. Man führt aus demselben entweder einzelne Pfeiler oder einen dichten Versatz auf, je nach der Beschaffenheit des Gebirges und dem Auftreten von Grubengas. Später werden einige Beispiele für dieses Verfahren gegeben werden.

In früheren Zeiten baute man mächtige Flötze allgemein ohne Bergeversatz ab. Um das Hangende zu stützen, liess man in gewissen Abständen Kohlenpfeiler stehen, welche entweder verloren gegeben oder später unter Zubruchewerfen des Hangenden rückwärts weggenommen wurden. Die erstere Methode ist nicht nur sehr primitiv, sondern hat auch den schwerwiegenden Nachtheil, dass sie zu Selbstentzündungen Anlass giebt. Dabei stellt sie eine förmliche Verschwendung des unterirdischen Reichthums dar. Gegenwärtig werden solche mächtigen Flötze fast allgemein rein abgebaut und ein compacter Versatz an die Stelle gesetzt *). Das hierzu nöthige Material gewinnt man entweder über Tage oder in unterirdischen, im Niveau der oberen Strecken angelegten Steinbrüchen, sogenannten Bergemühlen.

Bei den mittelstarken Flötzen fällt die Frage des Bergeversatzes fort, denn diese Flötze werden allgemein durch Pfeilerbau ohne Versatz abgebaut (455) **).

481. Für Gruben mit schwachen und dafür sehr zahlreichen Flötzen ist dagegen die Frage des Bergeversatzes eine der allerwich-

*) Die auf den mächtigen Flötzen Oberschlesiens gebräuchlichen Abbaumethoden hat der Verfasser gänzlich unberücksichtigt gelassen. Dort bildet noch jetzt der Abbau ohne Bergeversatz die Regel. L.

**) Beim Pfeilerbau werden sehr häufig die Abbaustrecken als mehr oder weniger breite Abbaustösse zu Felde getrieben und aus den dabei fallenden Bergen ein Versatz nachgeführt. Die Breite richtet sich dabei nach dem Quantum der Berge und es entstehen in dieser Beziehung dieselben Fragen wie beim Strebbau. L.

tigsten. Sie berührt alle Einzelheiten des Grubenbetriebes, denn sie hat Einfluss auf die Richtung der Baue, auf die Dimensionen und die Anordnung der Abbaustösse und selbst auf die Auswahl der Fördergefässe.

482. Bei den hier in Betracht kommenden Gruben liefert immer ein Flötz viel, ein anderes wenig Berge; es hängt dies von der Mächtigkeit und der Zusammensetzung des Flötzes und den Dimensionen der Strecken ab. Auf einem gegebenen Flötze jedoch kann man fast immer die gewonnene Bergemenge mit dem auszufüllenden Hohlraume nahezu ins Gleichgewicht bringen. Dies erreicht man durch Variation der Stossbreiten je nach der Mächtigkeit und der Zusammensetzung des Flötzes. Je breiter nämlich der Abbaustoss ist, desto mehr Raum wird man zum Versetzen der in der zugehörigen Strecke fallenden Berge erhalten. Die Betrachtung einiger specieller Fälle wird näher zeigen, wie man unter diesem Gesichtspunkte die richtige Breite oder, da es sich in der Regel um streichenden Abbau handelt, die flache Höhe eines Abbaustosses ermittelt.

Manche Flötze enthalten in sich selbst schon genug Berge für den Versatz. In diesem Falle sind stets die sämmtlichen beim Streckennachführen fallenden Berge überschüssig, man mag den Abbaustoss so breit nehmen, wie man will. Hieraus folgt, dass man auf derartigen Flötzen die Zahl der beim Abbau nachzuführenden Strecken möglichst zu beschränken sucht, indem man den einzelnen Abbaustössen eine möglichst grosse Ausdehnung giebt, z. B. 40 oder 50 m. Desgleichen sucht man die Dimensionen jener Strecken möglichst gering zu halten und geht darin, falls die derartigen Flötze auf der Grube vorherrschen, unter Umständen so weit, dass man kleinere Förderwagen adoptirt.

483. Wenn der vorstehende Fall nicht vorliegt, sondern es sich darum handelt, durch geeignete Bemessung der Stossbreite die Berge wirklich unterzubringen resp. mit denselben eben auszukommen, so muss man die folgenden Erfahrungsdaten kennen:

1. Mit 1 cbm anstehenden Nebengesteins (vom Streckennachführen) kann man durchschnittlich 4 bis 5 cbm Abbauraum versetzen. Dies scheint zwar einem grösseren als dem an einer früheren Stelle (97, 98) angegebenen Auflockerungsverhältniss zu entsprechen; es ist indessen zu berücksichtigen, dass die Abbauräume immer mehr oder weniger durch zurückbleibendes Holz verengt sind, dass zuweilen Rolllöcher und dergleichen auszusparen sind, dass Raum für die Schramberge gelassen wird u. s. w. Auch ist ja in Folge des Sichsetzens des Hangenden die zu verfüllende Höhe oft geringer als die Flötzmächtigkeit.

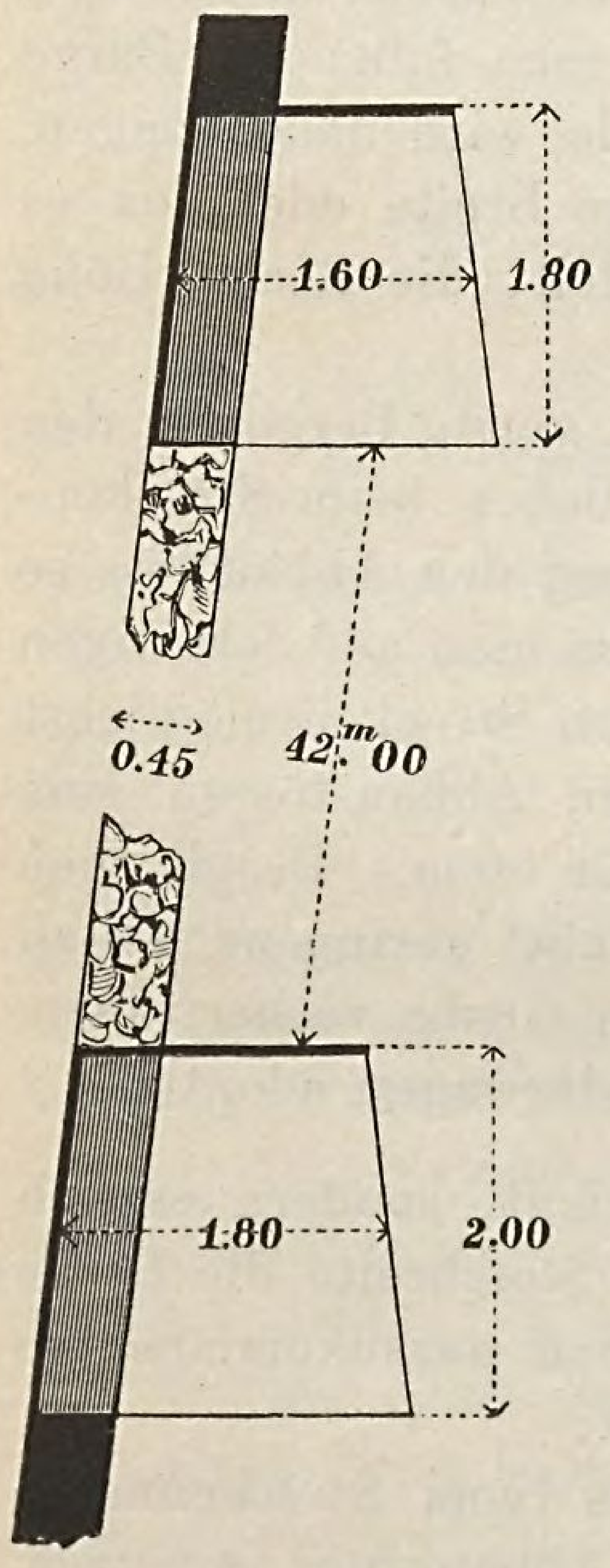
2. Mit 1 cbm anstehender Flötzberge kann man 2 bis 3 cbm Abbauraum versetzen. Da nämlich diese Berge in der Regel sehr

milde sind und in Griesform oder kleinen Brocken fallen, so füllen sie den Raum vollständiger aus und sacken unter dem Druck des Hangenden dichter zusammen, als die beim Streckennachreissen gewonnenen Stücke.

484. Einige Beispiele mögen die Anwendung dieser Daten erläutern und zugleich den Einfluss der Mächtigkeit und Zusammensetzung des Flötzes auf den Abbauplan illustriren.

1. Fall: Das Flötz besteht aus einer einzigen Kohlenbank. — Betrachten wir zunächst einen Dressant von 0,45 m reiner Kohle, in welchem ein Abbaustoss streichend zu Felde geht (Fig. 213). Die Förderstrecke habe einschliesslich der Zimmerung 2 m Höhe und 1,80 m Breite, die Wetterstrecke 1,80 auf 1,60 m. Welche Höhe erhält dann der Abbaustoss (die „Strebe"), damit die beim Nachführen der Strecken fallenden Berge denselben gerade ausfüllen?

Fig. 213.



1 m Streckenlänge liefert ein anstehendes Gesteinsvolum von dem Raume der Strecke vermindert um den Raum der Kohle. Der laufende Meter der Förderstrecke liefert demnach bei dem steilen Flötzfallen

$$2 \,.\, 1{,}80 - 2 \,.\, 0{,}45 = 2{,}70 \text{ cbm}.$$

Wenn der Verbau der Strebe keine zu erhebliche Rolle spielt, was bei einem so schwachen Flötze kaum der Fall sein wird, so werden mit 1 cbm Nebengestein 4 cbm Abbauraum versetzt. Die 2,7 cbm füllen daher in der Strebe auf 1 m Länge

$$2{,}7 \,.\, 4 = 10{,}8 \text{ cbm}$$

aus. Dividirt man diesen Raum durch die Flötzmächtigkeit, so erhält man die flache Höhe, welche die in der Förderstrecke fallenden Berge in der Strebe einnehmen:

$$\frac{10{,}8}{0{,}45} = 24 \text{ m}.$$

Ebenso berechnet sich das Gesteinsvolum pro laufenden Meter der Wetterstrecke auf

$$1{,}80 \,.\, 1{,}60 - 1{,}80 \,.\, 0{,}45 = 2{,}07 \text{ cbm},$$

der Raum, den dieses Material als Versatz in der Strebe einnimmt, auf

$$2{,}07 \,.\, 4 = 8{,}28 \text{ cbm}$$

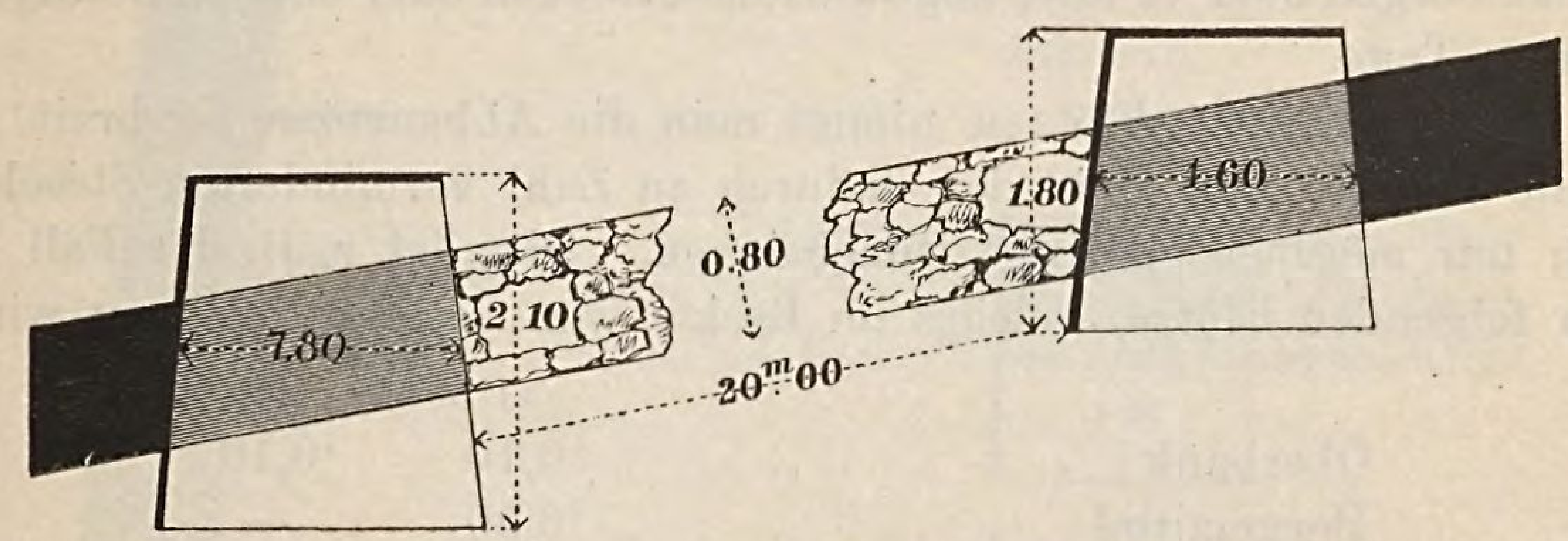
und die dem entsprechende Strebhöhe auf

$$\frac{8,28}{0,45} = 18 \text{ m.}$$

Die Strebe muss also im Minimum 42 m flache Höhe ohne die Strecken, im Ganzen also 42 + 2 + 1,80 = 45,80 m flache Höhe haben, damit sie alle beim Streckennachreissen fallenden Berge aufnehmen kann. Die unteren 24 m werden mit den Bergen der Förderstrecke, die oberen 18 m mit denjenigen der Wetterstrecke versetzt.

Nehmen wir nun einen Plateur von 0,80 m reiner Kohle an, auf welchem eine streichende Strebe mit einer unteren Förderstrecke von 2,10 auf 1,80 m und eine obere Wetterstrecke von 1,80 auf 1,60 m

Fig. 214.



äusserer Weite zu Felde geht (Fig. 214). In der Förderstrecke ist dann das Gesteinsvolum pro laufenden Meter

$$2,10 \,.\, 1,80 - 1,80 \,.\, 0,80 = 2,34 \text{ cbm},$$

womit in der Strebe versetzt werden können

$$2,34 \,.\, 4 - 9,36 \text{ cbm},$$

entsprechend einer Stosshöhe von

$$\frac{9,36}{0,80} = 12 \text{ m.}$$

In der Wetterstrecke ist das Gesteinsvolum

$$1,80 \,.\, 1,60 - 1,60 \,.\, 0,80 = 1,60 \text{ cbm},$$

womit in der Strebe versetzt werden können

$$1,60 \,.\, 4 = 6,40 \text{ cbm},$$

entsprechend einer Stosshöhe von

$$\frac{6,40}{0,80} = 8 \text{ m.}$$

Die Strebe muss daher im vorliegenden Falle ohne die Streckenbreiten mindestens 20 m flache Höhe erhalten.

2. Fall: Das Flötz besteht aus mehreren Bänken. — Dieser Fall lässt sich leicht auf den vorhergehenden zurückführen, wenn man in Rechnung zieht, dass die Flötzberge im Versatz den doppelten Raum ausfüllen, als vor ihrer Hereingewinnung. Man hat also nur von der Gesammtmächtigkeit des Flötzes die doppelte Mächtigkeit der Bergemittel abzuziehen und dann so zu rechnen, als ob es sich um ein Flötz von der restirenden Mächtigkeit in reiner Kohle handelte.

Hieraus ergiebt sich zunächst, dass bei allen denjenigen Flötzen, welche zur Hälfte ihrer Mächtigkeit aus Kohle, zur Hälfte aus Bergemittel bestehen, die Flötzberge für sich allein zum Versatz ausreichen. Alle beim Streckennachführen fallenden Berge müssen dann anderswohin gefördert werden, entweder in mächtigere Flötze mit mangelnden Versatzbergen oder in alte, abgeworfene Strecken oder endlich nöthigenfalls zu Tage.

Auf derartigen Flötzen nimmt man die Abbaustösse so breit als irgend möglich und giebt den dadurch an Zahl verminderten Strecken auch nur möglichst geringe Dimensionen. Dies ist z. B. der Fall bei dem folgenden Flötze, welches im Becken von Seraing abgebaut wird:

	m	m
Oberbank	0,10	0,10
Bergemittel	0,50	—
Unterbank	0,40	0,40
Gesammtmächtigkeit .	1,00	—
Reine Kohle		0,50

Solche Flötze sind übrigens ziemlich selten; meist beträgt die Kohle mehr als die Hälfte der Gesammtmächtigkeit.

In letzterem Falle ist es also noch möglich, die Stossbreite mit dem einschliesslich der Strecken sich ergebenden Bergevolum in Einklang zu bringen.

Beispiel: Ein Dressant (Fig. 215) sei folgendermaassen zusammengesetzt:

	m	m
Schram	0,05	—
Unterbank	0,35	0,35
Bergemittel	0,15	—
Oberbank	0,25	0,25
Gesammtmächtigkeit .	0,80	—
Reine Kohle.		0,60
Bergemittel		0,20

Die 0,20 m Flötzberge füllen im Versatz eine Höhe von 0,40 m. Es bleiben also noch 0,40 m durch die Streckenberge auszufüllen. Wenn

die Strecken 1,80 m Höhe und 1,60 m Breite haben, so beträgt für jede derselben das Gesteinsvolum

$$1,80 \,.\, 1,60 - 1,80 \,.\, 0,60 = 1,80 \text{ cbm}^{*}).$$

Mit jedem dieser Volumina können

$$1,80 \,.\, 4 = 7,20 \text{ cbm}$$

Abbauraum, also

$$\frac{7,20}{0,40} = 18 \text{ m}$$

Höhe versetzt werden. Der Abbaustoss zwischen den beiden Strecken muss also zum Mindesten 36 m hoch sein, wenn alle Berge untergebracht werden sollen. Die untere Hälfte wird von der Förderstrecke, die obere Hälfte von der Wetterstrecke aus versetzt.

Fig. 215.

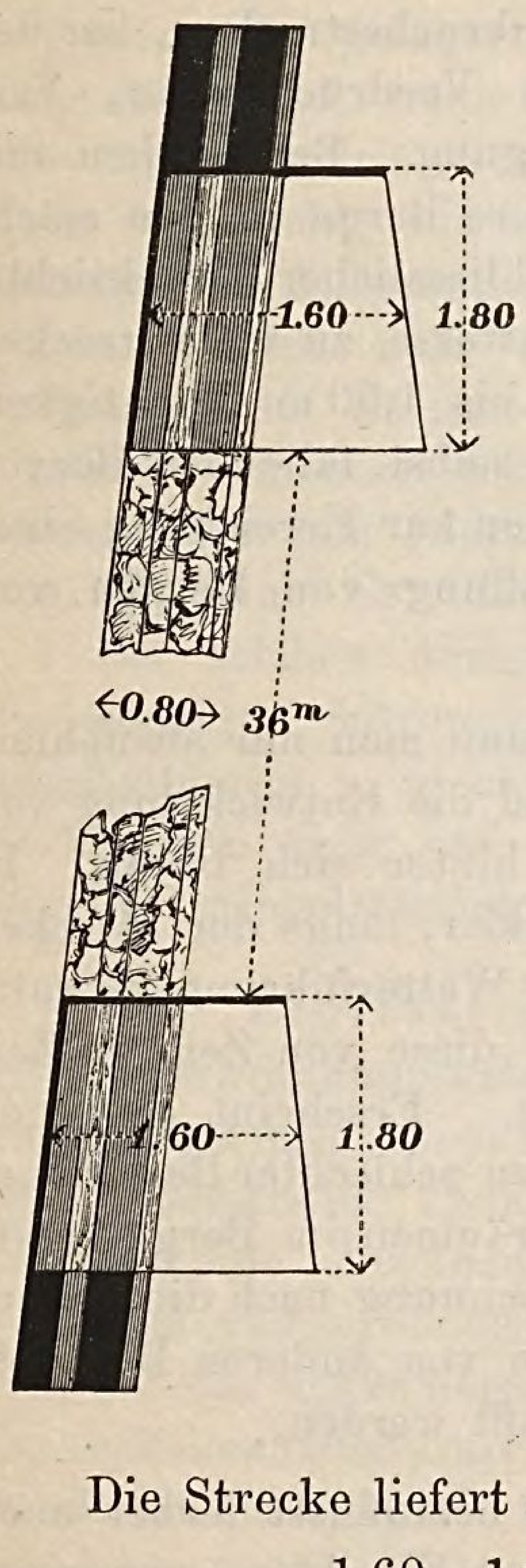
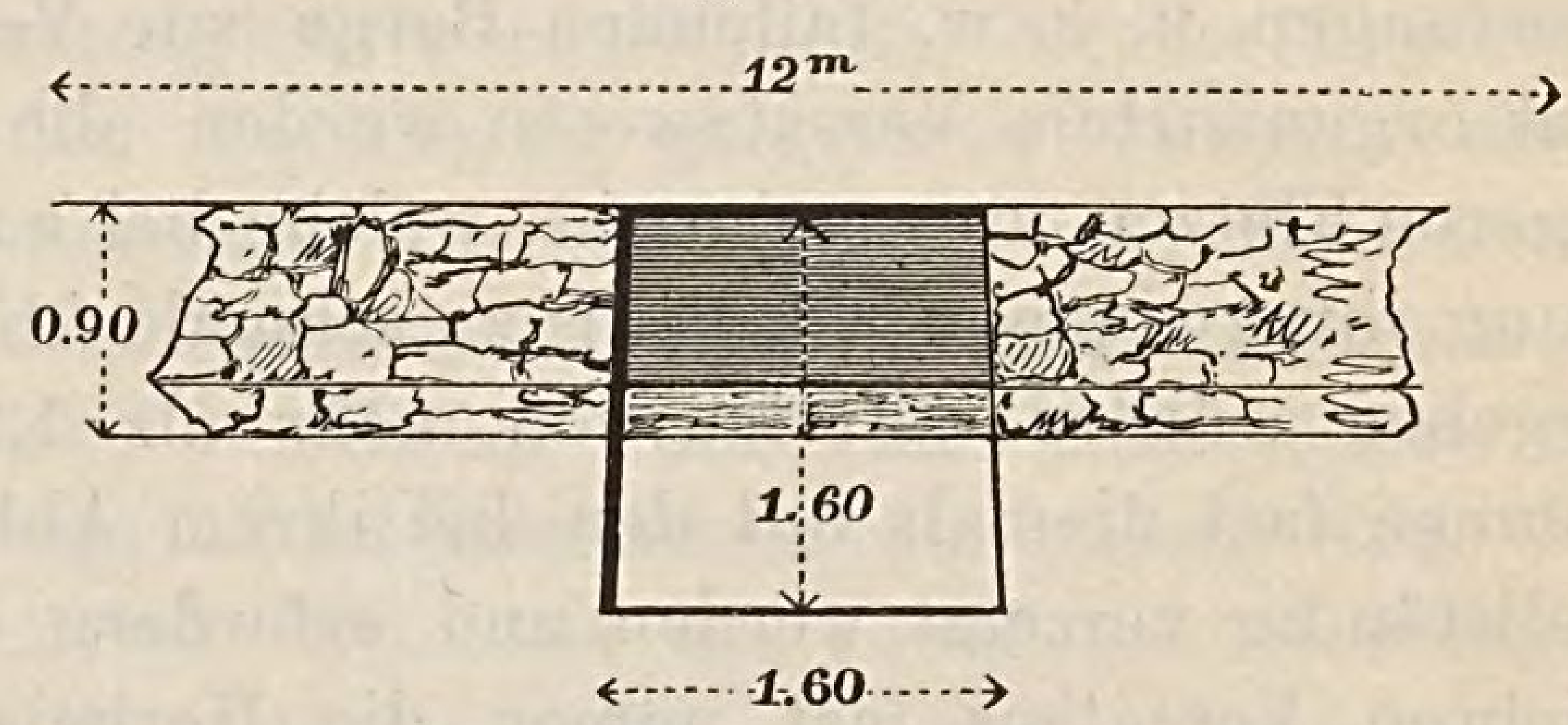


Fig. 216.



Ferneres Beispiel: In einem Flötz, welches aus

Schram am Liegenden . .	0,20 m
Kohlenbank	0,70 m

zusammengesetzt ist, sollen schwebende Streben, d. h. Abbaustösse, deren Front parallel mit dem Flötzstreichen gerichtet ist, aufgehauen werden. Für jede Strebe wird in der Mitte eine schwebende Strecke (Fig. 216) von 1,60 m Breite und 1,60 m Höhe nachgeführt. Welche Breite müssen die Streben erhalten, damit der Bedarf an Versatzmaterial dem fallenden Bergequantum gerade entspricht?

Die Strecke liefert an Bergen pro laufenden Meter

$$1,60 \,.\, 1,60 - 1,60 \,.\, 0,70 = 1,44 \text{ cbm}.$$

*) Bei dieser Berechnung ist für die Flötzberge aus dem Streckenquerschnitt dasselbe Auflockerungsverhältniss angenommen, wie für das Nebengestein. Hiergegen ist nichts einzuwenden, da die Differenz ganz unerheblich ist, auch die angenommenen Auflockerungsverhältnisse überhaupt nur für den grossen Durchschnitt gelten. L.

Dieses Quantum füllt in der Strebe

$$1,44 \,.\, 4 = 5,76 \text{ cbm}$$

aus, entsprechend einer Breite von

$$\frac{5,76}{0,90 - 2 \,.\, 0,20} = 11,50 \text{ m.}$$

In diesem Falle werden also die Strebstösse einschliesslich der Strecke eine Breite von 13 m erhalten.

485. Die in vorstehender Weise berechneten Dimensionen sind Minimalgrössen, welche häufig noch überschritten werden. Letzteres geschieht theils aus Bequemlichkeit, theils deshalb, weil man stets an anderen Stellen der Grube einen Ueberschuss an Bergen hat. Ausser den Bergen der Flötzstrecken stehen ja auch die bei den Ausrichtungsarbeiten, bei Herstellung der Füllörter und Umbruchsstrecken, bei der Streckenunterhaltung, beim Ueberfahren von Verdrückungen, Verwerfungen u. s. w. fallenden Berge zur Verfügung. Bei Gruben mit gut organisirtem Versatzwesen werden alle diese Berge in den mächtigeren Flötzen untergebracht, welche bei ausschliesslicher Berücksichtigung ihres eigenen Bergefalls zu schmale Abbaustösse, zu viele Strecken ergeben würden. Flötze von mehr als 1,25 bis 1,50 m Mächtigkeit können fast niemals mit den bei ihrem Abbau selbst fallenden Bergen vollständig versetzt werden und erfordern daher zur Erreichung eines dichten Versatzes fast immer die Herbeischaffung von Bergen von anderen Betriebspunkten.

486. Beim feldwärtsrückenden Abbau kann man nur ausnahmsweise, wenn nämlich das Gebirge sehr fest und die Entwickelung von Grubengas so gut wie Null ist, Hohlräume hinter sich lassen. In solchen Fällen kann man sich darauf beschränken, längs der Strecken zu deren Offenerhaltung und zur Sicherung der Wetterführung Versatzpfeiler aus groben Stücken nachzuführen und diese von Zeit zu Zeit rechtwinkelig durch eben solche zu verbinden. Erscheint hingegen wegen des Auftretens von Grubengas oder wegen schlechter Beschaffenheit des Hangenden das Zurücklassen von Hohlräumen im Bergeversatz nicht angängig und würden anderenfalls der Rechnung nach die Abbaustösse zu schmal werden, so müssen eben Berge von anderen Betriebspunkten oder sogar von Tage her herbeigeschafft werden.

487. Die Zusammensetzung des Flötzes beeinflusst ferner auch den Grad der Reinheit der Kohlenförderung. Ein Flötz von einer einzigen Kohlenbank und gutem Nebengestein kann nur reine Kohlen liefern. Ein anderes, das vielleicht mehrere bröckelige Schiefermittel, sowie eine Schrambank am Liegenden und eine Nachfallbank am Hangenden besitzt, kann nur ein sehr unreines Product geben, so sorgfältig auch beim Abbau verfahren werden mag.

Dieser Umstand berührt zwar die Gewinnungskosten nicht, drückt aber den Verkaufswerth der Kohle oft in sehr bedeutendem Grade herab. Die Feinkohle solcher Flötze muss, um zu Koke oder Briquettes verwendet werden zu können, vorher einem sehr lästigen und verlustbringenden Waschprocess unterworfen werden.

488. Einfluss des Fallwinkels. — Das Einfallen ist hauptsächlich bestimmend dafür, wie sich der Transport der Kohlen bis zur Förderstrecke gestaltet. Es kann in dieser Beziehung bei dem früher bereits Gesagten (424 ff.) bewenden.

489. Einfluss der Unregelmässigkeiten im Streichen und Einfallen. — Die Betriebsresultate einer Grube können ungemein verschieden sein, je nachdem die Flötze regelmässig oder unregelmässig gelagert sind. Unregelmässig heisst eine Lagerung besonders dann, wenn Richtung und Stärke des Einfallens häufig und ohne irgend welche Gesetzmässigkeit wechseln. Bei solcher Lagerung kann man nicht, wie bei den regelmässig gelagerten Flötzen, einen principiellen Abbauplan vorzeichnen und bis ans Ende des Feldes verfolgen, sondern muss ohne solchen und sozusagen aufs Gerathewohl vorgehen. Es ist unmöglich, die flache Höhe eines Strebstosses auf einem Plateur nach dem Bergefall zu bestimmen, wenn diese Höhe von einem Tage zum anderen durch Wechseln des Einfallens oder durch Antreffen einer Sattelkante sich halbiren oder verdoppeln kann.

Bei solchen unregelmässigen Lagerungsverhältnissen sind auch die sonstigen Störungen, wie Verwerfungen, Verdrückungen, Ueberschiebungen u. s. w. häufiger, als bei regelmässiger Lagerung. Deren Vorkommen wirkt auf den Abbau in jeder Hinsicht ganz ebenso ein, wie die Unregelmässigkeiten der Lagerung.

490. Einfluss der Härte des Flötzes. — Dieser Punkt ist für die Gewinnungskosten von ganz besonderer Bedeutung. Die Hauerkosten sind begreiflicherweise um so höher, je härter die Kohle ist. In dieser Beziehung finden ganz ausserordentlich grosse Unterschiede zwischen den einzelnen Flötzen statt. Bei dem einen Flötze, welches vielleicht viel Grubengas führt, ist die Kohle so weich und bröckelig, dass sie von selbst hereinfällt und man mehr darauf bedacht sein muss, sie zurückzuhalten, als sie loszulösen; bei dem anderen ist umgekehrt die Kohle so hart wie Stein und lässt selbst bei grösstem Arbeitsaufwande nur ein sehr langsames Vorrücken zu.

In Fällen der letzteren Art bedient man sich, wenn die Schlagwetter es erlauben, der Schiessarbeit; wenn nicht, so leisten Federkeile gute Dienste.

Gewöhnlich löst sich die Kohle vom Nebengestein gut ab. Zuweilen jedoch, aber selten, haftet sie fest an demselben. Dies erschwert

dann den Abbau bedeutend und verursacht recht beträchtliche Kohlenverluste.

Merkwürdigerweise kommt es sogar vor, dass ein und dasselbe Flötz an einer Stelle sehr hart und gar nicht weit davon sehr weich ist. So hat der Verfasser auf einem Flötze zuerst 3 m täglich auffahren und 100 m weiter kaum mehr 1 m ermöglichen sehen. Dies ist jedoch, wie gesagt, eine Ausnahme, denn in der Regel verhalten sich die Flötze in Bezug auf die Härte ziemlich constant.

491. Die Härte hat auch Einfluss auf den Stückkohlenfall. Ein ganz weiches Flötz liefert fast nur Gries, ein hartes hingegen — falls geschrämt werden kann — nur Stückkohlen. Ist kein Schram anzubringen, so liefert auch ein hartes Flötz oft nur wenig Stücke, weil es zu sehr zerarbeitet werden muss.

492. Die Bröckeligkeit eines Flötzes rührt sehr oft von dem in den Poren der Kohle unter hoher Spannung aufgespeicherten Grubengase her. Wenn die Bröckeligkeit sehr bedeutend ist, so kann sie unter Umständen mehr schädlich als nützlich sein, indem die Verminderung des Verkaufswerthes den Vortheil der leichteren Gewinnung überwiegt. In einem solchen Falle kann das Flötz härter und der Stückkohlenfall grösser werden, wenn man dem Abbaustoss Bohrlöcher vorausgehen lässt, welche das Grubengas abzapfen. Dieses einfache Mittel hilft allerdings nicht immer, lässt sich aber ohne grosse Kosten versuchen.

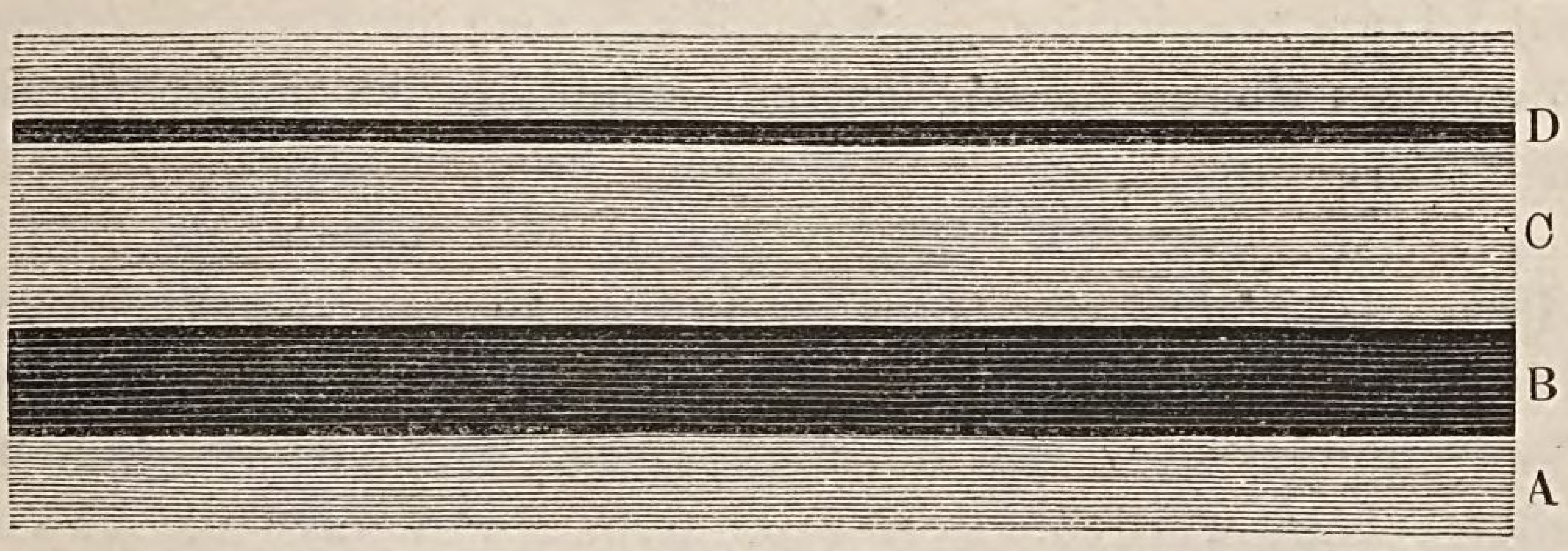
Eine ähnliche und auf dieselbe Ursache zurückzuführende Wirkung beobachtet man sehr oft, wenn zwei nahe bei einander liegende Flötze abgebaut werden. Baut man dieselben beide gleichzeitig ab, so zeigen sie sich vielleicht beide bröckelig, nimmt man sie hingegen nach einander in Angriff, so verliert das zweite einen Theil seines Grubengases durch die schwache, sich zerklüftende Trennungsschicht hindurch, wird härter und lässt sich in grossen Stücken gewinnen. Vorkommendenfalls muss also der Abbauplan auf diesen Umstand Rücksicht nehmen.

493. Einfluss der Schlechten und ihrer Richtung. — Wie bereits im geologischen Theil (34) erwähnt wurde, zeigen die Kohlenflötze öfters Ablösungen, welche unter einander parallel sind und rechtwinkelig auf der Schichtungsebene stehen. Diese Ablösungen verlaufen parallel dem Streichen oder dem Einfallen des Flötzes oder diagonal. Es ist nun eine leicht verständliche Thatsache, dass der Abbau sehr viel leichter und das Product sehr viel stückreicher ist, wenn die Angriffsfronten parallel mit jenen Ablösungen stehen. Wenn also die letzteren sehr ausgeprägt sind, so thut man gut, sich beim Abbau danach zu richten.

494. Einfluss der Gebirgsbeschaffenheit. — Die Schichten des Hangenden und des Liegenden der Flötze können äusserst verschiedenartig sein. Zuweilen ist das Hangende fest und compact, äussert aber, blossgelegt, beträchtlichen Druck und erfordert starken Verbau und dichten Versatz. Dies rührt fast immer von dem Vorhandensein einer dünnen Kohlen- oder Kohlenschieferschicht her (Fig. 217). Es leuchtet ein, dass in diesem Falle nach Wegnahme des Flötzes *B* die zarte Schicht *D* nicht genug Cohäsion hat, um die starke Bank *C* zu halten, sondern dass diese mit ihrem ganzen Gewichte auf die Zimmerung drückt.

Oft auch bläht sich das Liegende auf und hebt sich dem Hangenden entgegen. Dieser lästige Fall verursacht fortwährende Reparaturen in den Strecken, welche sich dann trotz aller Sorgfalt doch immer in schlechtem Zustande befinden. Die Erscheinung rührt sehr oft vom Wasser her, welches in die Spalten eindringt, das Gebirge aufweicht

Fig. 217.



und quellen macht. Die so mit Wasser getränkte Sohle wird in gewissem Grade plastisch, so dass sich die Stempel darin eindrücken und das Gebirge nach der Mitte der Strecke hin stauen.

In anderen Fällen hinwiederum sind die Schichten äusserst bröckelig, zerfallen sehr leicht in kleine Theilchen. Sie machen dann ein sehr sorgfältiges Verbauen nothwendig, indem es nicht nur darauf ankommt, dem Druck des Hangenden zu begegnen, sondern auch die Berge von der Vermischung mit den Kohlen abzuhalten. Es ist dies der Fall, wie er in Fig. 189 (S. 258) vorausgesetzt ist.

495. Hieraus ergiebt sich vorab, wie die Gebirgsbeschaffenheit auf die Kosten des Verbauens der Abbaustätten und der Strecken einwirkt. Dieser Einfluss kann unter Umständen für das Ergebniss des ganzen Betriebes ausschlaggebend sein. Bei gutem Gebirge können ja die Holzkosten gleich Null oder wenigstens sehr unbedeutend sein, z. B. nur wenige Pfennige pro Tonne der Kohlenförderung betragen. Bei sehr druckhaftem und dabei bröckeligem Gebirge können sie sich hingegen bis auf 1,50 bis selbst 2 Frcs. (1,20 bis 1,60 Mk.) pro Tonne erheben, also die Hauerkosten, die doch im Allgemeinen die Hauptsache sind, noch übersteigen. Beispiele hierfür liefern einige Flötze des Serainger

Beckens, bei deren Abbau ganz unglaubliche Druckwirkungen auftreten. Eichenstämme von 20 cm Durchmesser sieht man dort in den Strecken von einem Tage zum anderen förmlich zersplittern, trotz der geringen Abstände, in denen sie gestellt werden. Alle im Laufe der Tagschicht bei nur 50 bis 60 cm Abstand in die Abbaue gestellten Stempel sind schon am Abend, wenn mit dem Nachführen des Bergeversatzes begonnen wird, zerbrochen. Oft sogar drückt sich die Arbeit während einer einzigen Schicht so zusammen, dass 2 oder 3 m rückwärts vom Stosse nicht mehr durchzukommen ist. Dieser starke Druck nimmt glücklicher Weise fast immer nach und nach ab, so dass die Strecken, nachdem sie einige Male und in stets länger werdenden Zeitabständen reparirt sind, schliesslich zur verhältnissmässigen Ruhe kommen.

Im Gegensatz zu derartigen Fällen giebt es andere, wo nur hier und da ein paar Stempel erforderlich werden, die noch dazu beim Nachführen des Bergeversatzes wiedergewonnen und wiederholt verwendet werden können.

Zwischen diesen beiden Extremen finden sich natürlich alle möglichen Uebergänge.

496. Je höher von vornherein die Kosten des Verbauens sind, desto kostspieliger ist auch die Unterhaltung der Strecken, wodurch die Gewinnungskosten an Arbeitslohn und Materialaufwand abermals erhöht werden.

497. Ein dritter Factor, welcher durch die Gebirgsbeschaffenheit beeinflusst wird, ist die Hauerleistung, indem das Tempo des Vorrückens durch jene oft in Schranken gehalten wird.

Wenn Hangendes und Liegendes gut sind, so ist das Tempo des Vorrückens der Abbaustösse nur durch das Streckennachführen und durch die Härte des Flötzes beschränkt. Wenn aber das Dach schlecht und brüchig ist, so kann das Vorrücken oft nicht so schnell stattfinden, als es diese beiden Punkte gestatten würden. Es kommt nämlich dann hinzu, dass der Versatz in keinem Augenblicke zu weit zurück sein darf, damit die Arbeit nicht schon während der Förderschicht zu Bruch geht. Ausserdem verursacht das sorgfältige, dichte Verbauen grossen Aufenthalt beim Vorrücken.

498. Ein letzter Nachtheil des schlechten Gebirges ist endlich der, dass der Werth der Kohlen sich verringert. So sorgfältig auch verbaut werden mag, ein Theil der vom Dache sich ablösenden Bergestückchen geräth immer zwischen die Kohlen. Ist das Liegende bröckelig, so ist nicht zu vermeiden, dass sich beim Fort- oder Einschaufeln der Kohlen Bergetheilchen loslösen und unter die Förderung

kommen. Unter Umständen finden sogar beide Arten der Verunreinigung statt.

499. Flötze mit schlechtem Nebengestein sind sonach äusserst misslich; sie verbrauchen viel Holz und verursachen viel Unterhaltungskosten; das Zufelderücken der Abbaustösse ist beschränkt; die Kohlen werden unrein und sind in Folge dessen entweder schwer verkäuflich oder müssen vorher gewaschen werden.

500. Da von der Gebirgsbeschaffenheit die Rede ist, mögen hier auch einige Worte über die in Kohlengruben so oft vorkommenden „Brüche“ und „Kohlen- oder Steinfälle“ Platz finden. Diese Vorkommnisse bestehen in dem unbeabsichtigten Hereinfallen von Kohlen- oder Gesteinsmassen.

Häufig entsteht ein Bruch durch das Nachgeben oder Umfallen eines vielleicht schlecht gestellten Stempels oder Thürstockes. Die Sache hat in solchem Falle meist keine grössere Bedeutung und lässt sich vermeiden, indem man die Zimmerung nur zuverlässigen Arbeitern anvertraut und gut beaufsichtigen lässt.

Ein andermal geht eine ganze Abbaustätte zu Bruche: Alle Hölzer zerknicken unter dem Druck des Hangenden, dieses bricht in Folge dessen nieder und verschüttet den ganzen Raum. Ein solcher Bruch ist gewöhnlich durch Zurückbleiben des Bergeversatzes veranlasst. Wenn nämlich aus irgend einem Grunde die Versatzfront zu weit hinter der Abbaufront zurückgeblieben ist oder wenn im Versatze mehr Hohlräume gelassen wurden, als die Beschaffenheit des Hangenden zulässt, so kann der auf eine zu grosse Fläche frei wirkende Druck in einem bestimmten Moment stark genug werden, um alle Hölzer zu zerbrechen. Glücklicher Weise macht sich das Herannahen dieses Momentes gewöhnlich so zeitig bemerkbar, dass man Zeit hat, sich in Sicherheit zu begeben. Abgesehen von sehr seltenen Ausnahmen beginnt das Zubruchegehen mit einer ganz schwachen Abwärtsbewegung. Dabei hört man zuerst das Gebirge „arbeiten“ und dann — noch einige Zeit vor dem Einsturze — das Holz brechen. Der Vorgang hat daher in der Regel nur die Wirkung, dass die ganze Arbeit vorläufig stehen bleibt, bis man jenseits von dem Bruche einen neuen Stoss gefasst hat. Durch pünktliches Nachführen eines guten Bergeversatzes lassen sich derartige Brüche leicht vermeiden.

Es kommt nun aber vor, dass auch eine sehr gut versetzte Arbeit zu Bruche geht. Dies kann geschehen, wenn das Dach in gewissen Abständen von Klüften oder Ablösungen, welche dem Abbaustosse parallel laufen, durchsetzt wird. Wenn dann die Arbeit eine dieser Klüfte erreicht, so kommt es leicht dazu, dass das Hangende hereinbricht, zumal wenn der Versatz etwas weit zurück ist. Wenn es sich zeigt, dass vorkommende Brüche auf diese Ursache zurückzuführen

sind, so braucht man nur die Richtung des Abbaustosses zu ändern und ihn dadurch schräge zu dem Streichen der Klüfte zu stellen oder auch ihn treppenförmig abzusetzen.

Strecken, welche nicht gut unterhalten werden, können ebenfalls auf eine grössere oder kleinere Länge zu Bruche gehen. Wenn nämlich nicht jedes Holz, sobald es schlecht geworden, unverzüglich ausgewechselt wird, so kann ein Moment eintreten, wo die Firste auf eine grössere Erstreckung ungenügend unterstützt ist und vollständig hereinbricht. Alle von dieser Strecke abhängigen Arbeitspunkte sind dann momentan und bis nach Aufräumung des Bruches zum Stillstande verurtheilt.

501. Auch wenn ein vollständiges Zubruchegehen der Strecke noch vermieden wird, so bringt doch jede Versäumniss in der Auswechselung eines schadhaften Holzes unverhältnissmässige Mehrkosten mit sich. Der von dem einen Thürstock nicht mehr aufgenommene Druck vertheilt sich sofort auf die benachbarten Thürstöcke. Wenn diese dann unter der vermehrten Last nachgeben, so pflanzt sich der Schaden mit wachsender Geschwindigkeit weiter und weiter fort.

502. Um einen in einer Strecke gefallenen Bruch zu durchfahren und die Strecke wieder in guten Stand zu setzen, geht man mit Abtreibezimmerung vor. Sobald zwischen den vorausgetriebenen Pfählen Platz für einen neuen Thürstock geworden ist, stellt man einen solchen auf. Die Thürstöcke müssen entweder dicht bei einander stehen oder mit starken Pfählen hinterzogen werden. Hinter dieser Zimmerung dürfen unter keinen Umständen Hohlräume verbleiben. Wenn solche vorhanden, müssen sie sorgfältig mit Bergen ausgefüllt werden. Anderenfalls würde die Haltbarkeit der Reparatur sehr fraglich sein.

503. Am gefährlichsten sind die von sogenannten Glocken herrührenden Steinfälle. Als Glocken bezeichnet man im Hangenden der Flötze öfters angetroffene, lose hängende Massen von kegel- oder glockenförmiger Gestalt, welche oft bedeutendes Gewicht haben und aus Sphärosiderit oder aus fossilen Baumstümpfen, aus Schieferthon, bestehen. Nichts zeigt ihr Vorhandensein an, wenn sie durch den Abbau blossgelegt werden; sehr bald aber lösen sie sich plötzlich aus dem Dache heraus, fallen unvermuthet herab und erschlagen den Arbeiter, der sich etwa darunter befindet. Sie werden deshalb von den Bergleuten auch wohl „Sargdeckel“ genannt.

Wenn solche Glocken im Dache eines Flötzes vorkommen, so sind Unglücksfälle nur dadurch zu vermeiden, dass man dasselbe dicht und kräftig verwahrt, so fest auch im Uebrigen das Gebirge sein mag. Hierdurch entstehen zuweilen ebenso hohe Holzkosten, wie bei einem durch und durch schlechten Hangenden.

504. Nicht minder gefährlich ist das Herabfallen einzelner Stücke oder ganzer Partien des Flötzes selbst. Letzteres kommt z. B. besonders beim Firstenstossbau auf steilstehenden Flügeln vor, indem sich ein schlecht unterstützter Firstenstoss loszieht und herabfallend den oder die vor dem nächst tieferen Stosse beschäftigten Arbeiter verschüttet. Auch eine in gewöhnlicher Weise unterschrämte Kohlenbank bricht natürlicher Weise sehr leicht herab, wenn sie nicht genügend abgestützt ist. Die Wahrscheinlichkeit eines Unglücks ist dann um so grösser, wenn es sich um eine Oberbank handelt, unter welcher die übrige Flötzmasse bereits auf eine gewisse Tiefe herausgewonnen ist, so dass der Arbeiter sich mit seinem Körper ganz oder theilweise unter der überhängenden Bank befindet. Aber auch ohne dies kann eine sich loslösende unterschrämte Kohlenbank dadurch gefährlich werden, dass sie in den engen Arbeitsraum hereinkippt, wobei häufig auch noch die Gesteinsmassen einer Nachfallbank sich anschliessen.

505. Einfluss der Grubengasentwickelung. — Starke Grubengasführung des Flötzes übt ebenfalls einen sehr ungünstigen Einfluss auf den Abbau aus. Abgesehen von der fortwährenden Gefahr explosibler oder entzündlicher Gasansammlungen in den Arbeitsräumen — einer Gefahr, welcher nur durch die später zu betrachtenden, weitgehenden und kostspieligen Vorsichtsmaassregeln begegnet werden kann, — wirkt das Auftreten des Grubengases auch behindernd und vertheuernd auf die Gewinnungsarbeit selbst ein.

Zunächst nämlich nöthigt eine starke Grubengasentwickelung die Ausdehnung der Angriffsfläche zu beschränken, denn der vor den Abbaustössen vorbeistreichende Wetterstrom wird bald mit Grubengas geschwängert und untauglich zur weiteren Ventilation. Wollte man die zulässige Zahl der hinter einander zu reihenden Abbaustösse dadurch vermehren, dass man die Stärke des Wetterstromes ins Unbestimmte erhöhte, so würde derselbe sehr bald die Grenze erreichen, bei der er lästig oder sogar gefährlich wird. Bei lebhafter Grubengasentwickelung bleibt also nichts übrig, als die Abbaupunkte auf eine grössere Anzahl getrennter Wetterströme, mithin meist auf eine grössere Anzahl verschiedener Flötze zu vertheilen. Hierdurch wird die Beaufsichtigung unbequem und schwierig, wie auch die Streckenunterhaltung der grösseren Längen wegen kostspielig.

Eine andere Folge starker Grubengasentwickelung ist die Nothwendigkeit, sehr dichten Versatz und weite Strecken nachzuführen. Wir werden sehen, dass hierin die einzige Möglichkeit eines rationellen Betriebes auf grubengasreichen Flötzen beruht. Aber diese Mittel bilden zugleich eine sehr schwere Last für die betreffenden Gruben.

Endlich zwingt eine reichliche Grubengasentwickelung auch zur Beschränkung der Schiessarbeit, dieses so werthvollen Hülfsmittels zur

Bearbeitung der Gesteinsschichten, und während man in gewöhnlichen Gruben das Pulver nicht nur zum Betriebe von Gesteinsörtern oder zum Nachreissen in Flötzstrecken, sondern sogar zur Hereingewinnung der Kohle selbst benutzt, darf man es in schlagwetterreichen Gruben nur im ganz frischen Wetterstrome, also höchstens in den Grundstrecken und auch da nur mit grosser Vorsicht, in den Abbauen und den zugehörigen Strecken hingegen gar nicht anwenden. Diese Verbannung des Pulvers aus den Abbau- und Strebstrecken führt aber unter allen Umständen eine Vertheuerung und eine Verlangsamung derselben und mit letzterer auch eine Verlangsamung des sonst vielleicht schnelleren Vorrückens der Abbaustösse herbei.

506. Die bis jetzt betrachteten Abbaubedingungen sind sämmtlich solche, welche in dem jeweiligen Flötzverhalten begründet sind. Dieselben sind also unabhängig von der Betriebsleitung. Bei einem gegebenen Flötzverhalten mit allen seinen Bedingungen kann nun aber auch innerhalb des Spielraumes, welchen diese Bedingungen dem Betriebsleiter lassen, wiederum verschieden disponirt werden. Die wichtigsten der in dieser Beziehung vorkommenden Fragen sind folgende:

1. Das Tempo, in welchem die Abbaustösse vorwärts zu treiben sind.

2. Die Breite (Höhe), welche den einzelnen Abbaustössen zu geben ist.

3. Die Organisation der Arbeit.

4. Die Richtung und Anordnung der Abbaustösse, also die Wahl des Abbausystems.

Die drei ersten dieser Punkte sollen hier näher betrachtet werden, der vierte hingegen wird den Gegenstand eines späteren, besonderen Capitels bilden.

507. Tempo des Vorrückens der Abbaustösse. — Das Tempo des Vorrückens ist natürlich von sehr erheblicher Bedeutung für die Gestehungskosten der Kohlen. Je schneller ein Arbeiter mit einer gegebenen Stossbreite zu Felde rückt, desto grösser ist die Nutzleistung dieses Arbeiters, desto geringer sind also die pro Tonne erwachsenden Hauerkosten. In welcher verschiedenen Weise nun die Maximalgeschwindigkeit des Vorrückens durch das Flötzverhalten beeinflusst wird, ist bereits früher betrachtet worden und gehört nicht mehr hierher. Aber bei einem gegebenen Flötzverhalten kann das Tempo des Vorrückens noch durch die auf einen Arbeiter kommende Stossbreite variirt werden. Um diesen Punkt handelt es sich hier und es entsteht die Frage:

Ist es vortheilhafter, den Kohlenhauer beim Abbau weniger schnell vorrücken zu lassen, dafür aber ihm eine grössere Stossbreite zuzu-

weisen, oder seine Arbeitsfront geringer zu bemessen und ihn dafür schneller vorrücken zu lassen?

Im ersteren Falle würde jede durch das Flötzverhalten gestattete Zunahme der Hauerleistung in einer Verbreiterung der Angriffsfront pro Arbeiter ihren Ausdruck finden, so dass die gleiche Production mit weniger Arbeitern erzielt werden würde; in dem zweiten Falle dagegen würde eine Vergrösserung der Hauerleistung vielmehr eine Beschleunigung des Vorrückens zur Folge haben, so dass bei gleichbleibender Arbeiterzahl die Production sich erhöhen würde.

Es wird bald das erstere, bald das letztere Princip empfohlen. Das Richtige dürfte sein, in jedem einzelnen Falle nach den concreten Verhältnissen zu verfahren, und es werden deshalb hier nur die Vor- und Nachtheile jeder der beiden Methoden einfach anzuführen sein.

Für schnelles Vorrücken sprechen folgende Umstände:

1. Wenn die Schnelligkeit des Vorrückens und somit auch die Production eines gegebenen Abbaustosses ein Maximum ist, so ist für eine gegebene Förderung die Zahl der Abbaustösse ein Minimum. In Folge dessen sind die Aufsichtskosten und die Zahl der zu unterhaltenden Strecken möglichst gering.

2. Wenn die Schnelligkeit des Vorrückens ein Maximum ist, so ist die Dienstzeit der Förder- und Wetterstrecken des betreffenden Flötzes ein Minimum. Hierdurch wird, zumal diese Strecken gerade bei längerer Dienstzeit sehr bedeutende Unterhaltungskosten verursachen, wiederum an diesen Kosten gespart.

3. Der Stückkohlenfall wird um so grösser, je weniger der dem Abbau nachfolgende Gebirgsdruck Zeit hat, auf den Stoss zu wirken.

Diesen sehr wichtigen Vorzügen des schnelleren Vorrückens stehen nun andere Thatsachen gegenüber, welche zuweilen der anderen Methode das Wort reden können:

1. Die Nutzleistung des Kohlenhauers ist grösser bei längerer Angriffsfront (421). Mit einer gegebenen Anzahl Arbeiter erhält man also eine um so grössere Production, auf eine je grössere Anzahl von Abbaustössen dieselben vertheilt sind. Dieser Gesichtspunkt kann von Wichtigkeit werden, wenn die betreffenden Arbeitskräfte mangeln, in welchem Falle es vor Allem darauf ankommt, die Leistung jedes Einzelnen zu steigern.

2. Langsames Vorrücken bietet Vortheile für die Wetterführung. Ein langsam vorrückender Stoss entwickelt in einer gegebenen Zeit weniger Grubengas, denn die Entwickelung dieses Gases aus der Kohle ist proportional der blossgelegten Oberfläche. Auch wird der Wetterstrom bei grösserer Zerstreutheit der Abbaupunkte mehr getheilt, was für eine gute Wetterführung sehr wichtig ist.

Diese Rücksicht auf die Ventilation kann bei schlagwetterreichen Gruben sehr grosse Bedeutung erlangen. In solchen Gruben ist es oft

lediglich wegen der starken Grubengasentwickelung nicht möglich, den Abbau auf einem Flötze zu concentriren, wenn eine einigermaassen beträchtliche Förderung erzielt werden soll.

3. Bei grösserer Stossbreite und dafür langsamerem Vorrücken bleibt der Versatz immer dicht hinter dem Stoss und können sich daher bei schlechtem Hangenden Ersparnisse am Holz ergeben.

Im Allgemeinen kann man übrigens sagen, dass in Bezug auf die Gesammtselbstkosten ein concentrirter Abbau und ein schneller Verhau des einmal in Angriff genommenen Flötzes vortheilhaft ist. Wenn also, um das Gesagte kurz zusammenzufassen, kein Mangel an Kohlenhauern, keine allzu beträchtliche Grubengasentwickelung und kein sehr schlechtes Hangende vorhanden ist, so ist es vortheilhaft, den Abbau auf eine möglichst geringe Gesammtangriffsfront zu concentriren, also durch Zuweisung geringerer Stossbreiten die Arbeiter ihr Maximum des täglichen Vorrückens machen zu lassen.

508. Breite (Höhe) der Abbaustösse. — Wir haben gesehen, dass die Minimalhöhe*) der Abbaustösse durch die Menge des unterzubringenden Bergeversatzes bestimmt wird (484). Die unter diesem Gesichtspunkte gefundene Dimension wird aber in der Praxis häufig überschritten, entweder weil man Berge von anderen Betriebspunkten herbeischaffen kann, oder weil besondere Verhältnisse einen unvollkommenen Versatz zulässig erscheinen lassen.

Vom rein technischen Standpunkte hängt nun die Maximalausdehnung, welche einem Abbaustoss gegeben werden kann, nur von einem Punkte ab: von der Rücksicht auf die Förderung. Die Kohlen müssen in dem Maasse, wie sie hereingewonnen, aus dem Arbeitsraume entfernt werden. Eine voller Kohlen liegende Arbeit bringt die grössten Uebelstände mit sich: Die Aufsicht ist schwierig und wird deshalb mangelhaft ausgeführt; das Auslesen der Berge ist unmöglich; der Hauer wird bei seiner Arbeit behindert und erzielt nicht seine volle Leistung. Hieraus entsteht eine Erhöhung der Gewinnungskosten. Ausserdem wird die Wetterführung behindert, da die Kohlenvorräthe den Querschnitt verengen.

Ein solches Sichstauen der Kohlen in der Arbeit ist nun die natürliche Folge einer zu grossen Ausdehnung des Abbaustosses. Alle nicht in unmittelbarer Nähe der nachgeführten Strecke gewonnenen Kohlen müssen ja vor dem Stoss entlang erst bis zu dieser hingeschafft werden. Bei der Beengtheit des Raumes kann aber diese Zwischenförderung

*) Bei streichendem Bau spricht man von Höhe, bei schwebendem Bau von Breite des Abbaustosses. Da der streichende Bau der häufigere ist, so wird der Einfachheit wegen öfters der Ausdruck „Höhe" im Allgemeinen gebraucht. L.

immer nur ein ganz bestimmtes Maximalquantum bewältigen. Ist nun der Stoss zu lang, so schwillt die nach der Strecke hin zu bewegende Kohlenmenge auf ihrem Wege bis über dieses Maximum an. Ebenso ist das Quantum, welches in einer Abbaustätte in Förderwagen eingeladen werden kann, ein beschränktes. Am Fusse einer streichenden Strebe werden kaum jemals mehr als höchstens drei Arbeiter mit Laden beschäftigt werden können.

Die Stosslänge, welche von einer Strecke bedient werden kann, hängt natürlicher Weise von der Mächtigkeit und dem Einfallen des Flötzes, von der Breite des freien Streifens zwischen Stoss und Bergeversatz, von der Richtung des Stosses (ob streichend oder schwebend) u. s. w. ab, und schwankt nach diesen Umständen in äusserst weiten Grenzen. Wenn z. B. vor einem schwebenden Stosse mit Förderwagen vorbeigefahren werden kann, so ist das bewältigbare Quantum viel grösser, als wenn die Kohlen horizontal fortgeschaufelt werden müssen. So kann eine schwebende Strebe in einem schwachen, flach liegenden Flötze kaum über 12 bis 14 m breit genommen werden, wogegen zu Méons bei Saint-Etienne schwebende Streben von 200 m gerader Frontlänge mit grossem Vortheil angewendet werden. Dies mag allerdings vielleicht das einzige Beispiel einer so ausserordentlich grossen Stossbreite sein.

Für jeden einzelnen Fall ist somit in Rechnung zu ziehen, dass der Stoss breit (hoch) genug sein muss, um alle Berge vom Streckennachreissen unterbringen zu können, dass er aber andererseits auch nicht so ausgedehnt sein darf, dass sich die Kohlen in der Arbeitsstätte stauen.

509. Organisation der Arbeit. — Bisher sind die Gesichtspunkte betrachtet worden, nach denen der Betriebsleiter die Richtung, Grösse und Anordnung der Abbaustösse und die für eine verlangte Förderung nothwendige Anzahl derselben bestimmt. Diese Thätigkeit bildet so zu sagen den technischen Theil der Betriebsleitung. Einen anderen, nicht minder wichtigen Theil derselben hat aber die Organisation der Arbeit zu bilden. Auf sie muss die Aufmerksamkeit des Betriebsführers unausgesetzt gerichtet sein. Tag für Tag muss er verfolgen, was in den Bauen vorgeht, und sich stets von allen Kleinigkeiten die genaueste Rechenschaft zu geben im Stande sein. Hierin besteht also gewissermaassen der praktische Theil seiner Thätigkeit.

Leider hängen nun allerdings die Resultate eines Grubenbetriebes nicht von der Leitung allein ab. Ein mächtiges, regelmässiges, mässig hartes Flötz mit gutem Nebengestein wird immer, auch wenn es schlecht gebaut wird, unvergleichlich bessere Ergebnisse liefern, als ein mit grösster Sorgfalt und Intelligenz gebautes, aber schwaches, sehr festes, gestörtes und mit schlechtem Nebengestein versehenes Flötz.

Auf einem gegebenen Flötze jedoch lässt sich das zu erzielende Ergebniss ganz bedeutend verbessern durch gute Organisation der Arbeit und unausgesetzte Controle. In jedem industriellen Betriebe, auch wenn er noch so sorgsam geleitet wird, können sich Missbräuche einschleichen. Beim Bergbaubetriebe ist wegen der oft grossen Entlegenheit der Arbeitspunkte und der Schwierigkeit einer persönlichen, intensiven Controle jene Gefahr ganz besonders gross. Wenn ein Grubenbetrieb nicht ununterbrochen und bis in die geringsten Details hinein verfolgt wird, so nehmen die unausbleiblichen Missbräuche schliesslich bedenkliche Verhältnisse an und können einen guten Theil der Ausbeute absorbiren.

Dieser wichtige Punkt sollte hier nur angedeutet werden. Ein besonderes Capitel wird sich mit der Organisation der Arbeit nicht nur beim Abbau, sondern beim Kohlengrubenbetriebe im Allgemeinen zu beschäftigen haben.

Zehntes Capitel.

Förderung unter Tage.

Allgemeines.

510. Im Vorhergehenden sind unter Anderem die verschiedenen Operationen besprochen worden, mittelst deren die Kohle von dem Punkte, wo sie hereingewonnen wird, in die Förderstrecken geschafft wird. Es handelt sich nun noch darum, die Kohle bis zu dem Schachte zu bringen und durch diesen an die Tagesoberfläche zu heben.

Bei dem gegenwärtigen Stande der Bergtechnik kann als allgemeine Regel angenommen werden, dass die Kohle aus den Abbauen in kleinen Wagen aus Holz oder Blech und von wechselndem, aber 10 hl nicht überschreitendem Fassungsvermögen weggefördert werden und dass diese Wagen auf Schienen laufen und an den Schächten in die Fördergestelle hineingeschoben werden. Nur in alten, zukunftslosen Gruben oder in ganz unbedeutenden Betrieben oder endlich bei Versuchsarbeiten kommt es vor, dass die Kohlen in Schlitten zum Schachte gefördert und in Tonnen, Kasten oder Körben zu Tage gehoben werden.

Die Förderwagen werden durch Menschen oder Pferde oder feststehende Maschinen oder endlich in Bremsbergen, durch die Schwerkraft, in Bewegung gesetzt.

Nach Vorstehendem kann das Capitel über die unterirdische Förderung in drei Theile getheilt werden:

Betrachtung der Fördergefässe,
Betrachtung der Förderbahnen und
Betrachtung der Motoren.

Was über diese Gegenstände gesagt werden soll, bezieht sich übrigens nicht lediglich auf den Transport in der eigentlichen Förderstrecke (Grundstrecke), sondern auch auf gewisse Zwischentransporte, welche in dem Capitel über die Abbauarbeit nur angedeutet wurden,

§. 1.

Fördergefässe.

511. Die einzigen heute noch in Betracht kommenden Fördergefässe sind, wie gesagt, die Förderwagen.

Dieselben zeigen in Fassungsvermögen, Form und Herstellungsmaterial eine erstaunliche Mannigfaltigkeit. Jedes Revier, ja man könnte sagen jede Grube hat ihren besonderen Förderwagen, dessen Anwendung mit diesen oder jenen Gründen motivirt wird. In der That ist auch die Förderwagenfrage eine der allercomplicirtesten. Sie hängt von sehr verschiedenen, oft schwer zu vereinigenden Rücksichten ab. So kommen z. B. die Form und die Dimensionen des Förderschachtes und selbst die Stärke und die Disposition der vorhandenen Fördermaschine in Betracht; ferner die Mächtigkeit und die Lagerung der Flötze, der Gebirgsdruck; der Motor, den man anwenden will oder muss, endlich die Abbaumethode und sogar die Fördermenge, welche man zu erzielen wünscht.

Die Frage nach dem den Förderwagen zu gebenden Fassungsraume kann von zwei ganz verschiedenen und sogar einander widersprechenden Gesichtspunkten aus betrachtet werden. Es kann nämlich entweder rathsam erscheinen, bei den eigentlichen Gewinnungskosten ein Opfer zu bringen, um dafür an den Förderkosten zu sparen — und dies wird der Fall sein, wenn das Grubenfeld sehr ausgedehnt ist und der Abbau sich weit von dem Schachte entfernt — oder es kann sich mehr empfehlen, bei den Förderkosten etwas zuzusetzen und nur die Gewinnungskosten ins Auge zu fassen, wie dies der Fall sein wird, wenn sehr ergiebige Abbaufelder in geringer Entfernung vom Schachte vorhanden sind. Drittens endlich kann man auch versuchen, diesen beiden Gesichtspunkten gleichzeitig so viel als möglich Rechnung zu tragen.

Man denke nicht, dass es immer leicht sei — nöthigenfalls durch Anstellung von Versuchen — über die Wahl des Förderwagens schlüssig zu werden. Da jede Sorte ihre Vor- und ihre Nachtheile hat, so ist es oft schwierig, die Summe der einen gegen diejenige der anderen abzuwägen.

Wir wollen gleichwohl versuchen, durch allgemeine Betrachtungen zu Schlussfolgerungen zu gelangen, welche dem Betriebsleiter in jedem besonderen Falle die Wahl des geeigneten Fördergefässes an die Hand geben.

Zwei Punkte sind hier im Besonderen zu erörtern, nämlich: 1) die Grösse des Fassungsraumes und 2) die Art der Construction.

512. Fassungsraum der Förderwagen. — Als „kleine Wagen“ sollen im Folgenden diejenigen bezeichnet werden, welche nur

3 bis 5 hl fassen, als „grosse Wagen“ hingegen diejenigen, deren Inhalt 5 bis 10 hl beträgt. Diese beiden Grenzwerthe werden niemals überschritten, innerhalb derselben aber finden sich alle möglichen Variationen.

Wenn man nur den Transport ins Auge fasst, so ist es klar, dass derselbe sich um so billiger stellt, je grösser die Förderwagen sind. Einerseits nämlich nimmt im gleichen Maasse das Verhältniss des todten Gewichts zur Nutzlast ab und andererseits sind bei grossen Wagen auch die Räder grösser, was eine Verminderung der Reibungswiderstände bedingt.

Sonach würde man bei alleiniger Rücksichtnahme auf die Billigkeit der Förderung auf die Anwendung grosser Wagen hingeführt werden.

Aber die Billigkeit der Förderung ist auch der einzige Vortheil, welchen die grossen Wagen bieten, und wenn man die Bedingungen eines Bergwerksbetriebes näher prüft, so zeigt sich bald, dass diesem Vortheil viele Nachtheile gegenüberstehen können und dass jenes, für oberirdischen Betrieb völlig unanfechtbare Princip bei der Förderung unter Tage durch die hier ganz verschiedenen Bedingungen alterirt wird.

Die grossen Förderwagen erfordern Strecken von grossem Querschnitt. Nun müssen ja die Hauptförder- und Wetterstrecken unter allen Umständen beträchtliche Dimensionen erhalten. Bei den weiteren Verzweigungen aber, wie Abbaustrecken, Theilungsstrecken, Bremsbergen, kann ein grosser Querschnitt nicht nur überflüssig, sondern auch unbequem herzustellen sein. Um nämlich die beim Höher- und Breiterhauen dieser nur temporären Förderbahnen fallenden Berge los zu werden, muss man entweder die zu Felde gehenden Abbaustösse (Abbaustrecken oder Streben) unverhältnissmässig breit nehmen oder die Berge zu Tage fördern. Wenn gar, wie dies in Belgien auf den schlagwetterführenden Gruben der Fall ist, die Anwendung des Pulvers in allen abgezweigten Bauen untersagt ist, so wird das Auffahren derselben in grösseren Dimensionen sehr theuer und zeitraubend.

Derartige Rücksichten können, wenn man in den Hauptförderstrecken den Vortheil grosser Fördergefässe nicht entbehren will, dazu führen, in den Nebenstrecken eine zweite, kleinere Wagenart anzuwenden und als Folge davon die Unbequemlichkeit einer Umladung und die damit verbundene Werthverminderung der Kohle hinzunehmen.

Wenn die Flötzverhältnisse schwebenden Abbau erfordern, so wird man ebenfalls im Allgemeinen nicht daran denken können, grosse Wagen bis an die Gewinnungspunkte gehen zu lassen, wenn man nicht die schwebenden Förderstrecken in grossen Dimensionen anlegen und zu diesem Zwecke den Abbaustössen eine grosse Breite geben will, was selten möglich ist. Die Anwendung grosser Förderwagen kann also

im Allgemeinen als unverträglich mit schwebendem Abbau bezeichnet werden.

Die Construction der Schienenbahnen muss dem Gewicht, welches sie zu tragen haben, entsprechen. Der Querschnitt der Stege (Querschwellen) muss um so stärker, das Schienenprofil um so schwerer sein, je grösser die Förderwagen sind. Hieraus entsteht eine entsprechende Erhöhung der Anlagekosten für die Förderbahnen.

Das Verhalten des Wagens auf der Gestängebahn ist übrigens nicht die einzige in Betracht kommende Frage. Eine zweite ist die Handhabung des Wagens ausserhalb derselben. Ein Schlepper muss seinen Wagen regieren können, d. h. ihn leicht auf den Wendebühnen herumdrehen, in die Wipper einschieben, nach einer Entgleisung wieder ins Gestänge heben, auf den Förderkorb aufstossen können u. s. w. Diese Manipulationen werden aber bei mehr als 5 hl (500 kg Nutzlast) zeitraubend und schwierig oder erfordern zwei Mann pro Wagen, wodurch ein guter Theil des Vortheils wieder verloren geht.

Die Förderkostenersparniss, welche durch Anwendung grosser Förderwagen beim Grubenbetriebe zu erzielen ist, ist überhaupt nicht so bedeutend als es den Anschein hat. Sieht man die Resultate der zahlreichen Versuche, welche in dieser Beziehung gemacht sind und welche sich vielfach veröffentlicht finden, an, so zeigt sich zwar, dass die Kosten pro Fördereinheit (etwa 1 Tonne Nutzlast auf 100 m Länge) ausserordentlich verschieden sind. Sucht man aber nach einer Beziehung zwischen dem Fassungsraum der Wagen und den Förderkosten, so findet man keine und kommt zu dem Schlusse, dass die Grösse der Fördergefässe auf die Förderkosten nur einen ganz unbedeutenden Einfluss ausübt im Vergleich zu dem viel wichtigeren Einfluss einer Reihe anderer Umstände, besonders des Unterhaltungszustandes des rollenden Materials und der Förderbahnen, der Construction der letzteren, der Neigung und Regelmässigkeit der Strecken, der durchlaufenen Länge u. s. w.

Man kann sagen, dass ein kleines Fördermaterial mehr Lebhaftigkeit in die ganze Förderung bringt. Kleine Wagen lassen sich überall hinbringen, in die Bremsberge, die Abbau- und Strebstrecken, ja zuweilen sogar in die Abbaue selbst. Man kann in Folge dessen die Zahl der Abbaustösse vergrössern und dafür ihre Dimensionen verkleinern, wodurch sich die Herstellung des Bergeversatzes erleichtert und, da die kleineren Stösse immer leer gehalten werden können, die ganze Production einen lebhafteren Schwung erhält.

Kleine Förderwagen können auch durch die nachgeführten Wetterstrecken fahren, was häufig von Werth ist. Wenn z. B. bei einem streichenden Strebbau die unterste Strebe, welche die Grundstrecke nachführt, Ueberfluss an Bergen hat, während es in den oberen Streben daran mangelt, so kann es bei nicht zu langen Förderwagen sehr vor-

theilhaft sein, die Berge in Förderwagen zum Schachte, durch diesen hinauf zur oberen Sohle und von dieser durch die Wetterstrecken von oben her in die Abbaue zu schaffen.

Nach allem Vorstehenden sind also hinsichtlich der Förderkosten zwar grosse Wagen vortheilhaft, dagegen stehen hinsichtlich des ganzen sonstigen Betriebes alle Vortheile auf Seiten der kleinen Wagen. Diese sind denn auch fast überall da in Anwendung, wo nicht sehr mächtige Flötze und in Folge dessen ganz besondere Betriebsverhältnisse vorhanden sind.

513. Constructions-Details. — Jeder Förderwagen besteht aus dem Kasten und dem Untergestell.

514. Der Kasten wird aus Holz oder Eisen- oder Stahlblech gemacht.

Holz findet sich noch vielfach, besonders für geringe Ladungen, 3 bis $4^1/_2$ hl, angewendet. Die hölzernen Wagen sind billiger als die blechernen und sind leichter auszubessern. Für grössere Ladungen ist jedoch Eisen- oder Stahlblech vorzuziehen, da das Holz zu dick genommen werden muss und der Wagen zu schwer wird. Aus Blech, besonders aus dem jetzt gebräuchlichen Bessemerstahlblech, lassen sich sehr starke und dabei doch leichte Wagenkasten construiren. Hierdurch wird dem wichtigen Principe Rechnung getragen, dass das Verhältniss zwischen todter Last und Nutzlast möglichst klein zu halten ist. Für gut construirte Grubenwagen kann dieses Verhältniss zu etwa 45 Proc. angenommen werden, doch lohnt es sich sehr, dasselbe, falls es ohne sonstigen Nachtheil geschehen kann, noch weiter herabzudrücken.

Die Blechstärke schwankt je nach dem Fassungsraum zwischen 2 und 4 mm. Der Boden wird $^1/_2$ bis 1 mm stärker gewählt als die Seitenwände. Der obere Rand der blechernen Wagenkasten wird mit einem flachen oder halbrunden Eisenband beschlagen.

Hölzerne Kasten werden aus Brettern von Saftholz allerbester Qualität verfertigt, der Boden aus Bohlen von 3 bis 4 cm Dicke. Das Ganze muss, besonders an den Ecken, stark mit Eisen beschlagen sein.

Zu Saint-Etienne haben die Förderwagen („*bennes*") vielfach elliptische Holzkasten, welche aus fassartig zusammengesetzten, gut gerundeten Dauben bestehen.

515. Form der Förderwagen. — Diese ist äusserst mannigfaltig; die Hauptsache ist, dass sie einfach sei, besonders wenn der Kasten aus Holz besteht. Biegungen sind dann zu vermeiden, vielmehr sind vorzugsweise rechteckige Formen zu wählen. Diese Einfachheit empfiehlt sich in erster Linie wegen der grösseren Leichtigkeit der Reparaturen. Bei Anwendung von Eisen- oder Stahlblech kann die Form natürlicher Weise schon etwas complicirter sein.

In jedem Falle ist darauf zu halten, dass die Horizontalprojection des Kastens die Räder bedecke, damit diese nicht so leicht anstossen. Später werden einige der gebräuchlichsten Wagenformen mitgetheilt werden.

516. Räder und Axen. — Das Material der Räder ist Gusseisen, Schmiedeisen, hämmerbares Gusseisen oder Stahl. Gusseiserne Räder sind noch sehr verbreitet, aber schon wegen ihrer Schwere nicht vortheilhaft. Schmiedeiserne Räder sind leichter, deformiren sich aber durch den Gebrauch. Die besten Räder scheinen diejenigen aus Stahl oder hämmerbarem Gusseisen zu sein.

Fig. 218.

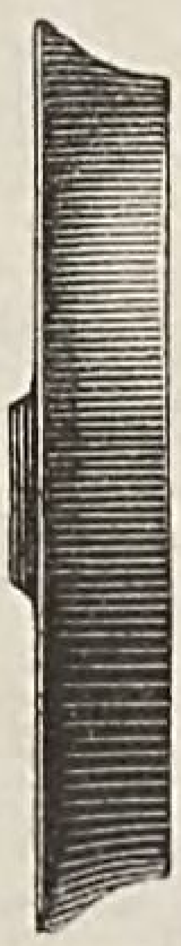
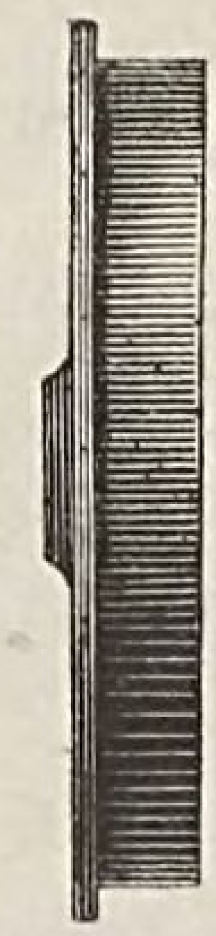


Fig. 219.



Die Räder laufen auf einem schwach conischen Radkranze, welcher am Innenrande einen gerundeten Saum, den Spurkranz, trägt. Fig. 218 zeigt den Schnitt eines solchen Förderwagenrades. Die Form Fig. 219, welche sich noch hier und da findet, ist verwerflich, da diese Räder zu leicht entgleisen.

Der Durchmesser der Räder wechselt je nach der Wagengrösse zwischen 0,15 und 0,40 m. Ein möglichst grosser Durchmesser ist vortheilhaft, weil der Reibungswiderstand in umgekehrtem Verhältniss zu den Durchmessern der Spindel und des Rades steht.

517. Die Axen bestehen aus Schmiedeisen oder Bessemerstahl. In letzterem Falle sind sie leichter bei gleicher Festigkeit. Bei dem System Lambert bilden die Axen mit den beiden Rädern ein einziges Schmiedestück.

Die Axen sind entweder feststehend oder drehbar. Die feststehenden Axen haben quadratischen oder rechteckigen Querschnitt und sind am Boden des Wagenkastens fest angebracht, die Räder drehen sich dabei um conische Spindeln, welche die Enden der Axen bilden. Bei den beweglichen Axen sind die Räder fest aufgekeilt, während sich die Axe in Lagern umdreht.

Bei dem ersteren System ist, da jedes Rad seine eigene Bewegung hat, die Ueberwindung starker Curven leichter. Aber in Folge der Abnutzung der Nabe oder der Spindel entsteht mit der Zeit so viel Spielraum zwischen diesen, dass die Räder schief laufen und der Wagen leicht entgleist. Bei dem zweiten System kommen, da die Räder immer genau rechtwinkelig auf die Axe aufgekeilt bleiben, Entgleisungen weniger leicht vor, auch wenn die Axenlager ausgeschliffen sind. Dagegen ist das Passiren der Curven schwieriger, weil dabei nothwendiger Weise eins der beiden Räder einer Axe auf der Schiene

gleiten muss, um den Unterschied der zurückzulegenden Wege auszugleichen.

Der letztere Nachtheil ist übrigens nicht zu hoch anzuschlagen und kann durch Vergrösserung der Curvenhalbmesser sehr herabgestimmt werden. Alles in Allem scheinen daher die beweglichen Axen mit festsitzenden Rädern den Vorzug zu verdienen.

518. Auf alle Fälle bedarf es der Anwendung von Schmiermaterial. Das noch immer verbreitetste Verfahren besteht darin, dass man die Axe oder die Spindel bei jedem Zutagekommen des Wagens mit consistentem Oel oder Wagenschmiere beschmiert.

In England, wo dieses System noch sehr allgemein ist, bedient man sich der mannigfaltigsten Vorkehrungen, um dieses Geschäft selbstthätig zu erledigen; man lässt z. B. die Grubenwagen über ein Reservoir von Schmiere hinlaufen und dabei Bürsten, Spatel oder dergleichen in Bewegung setzen, welche in die Schmiere eintauchen und die Axen oder Räder an den geeigneten Stellen mit derselben versehen. Sonst begnügt man sich auch wohl damit, das Schmieren jedesmal, wenn der Wagen sich auf dem Wipper befindet, von Hand vornehmen zu lassen.

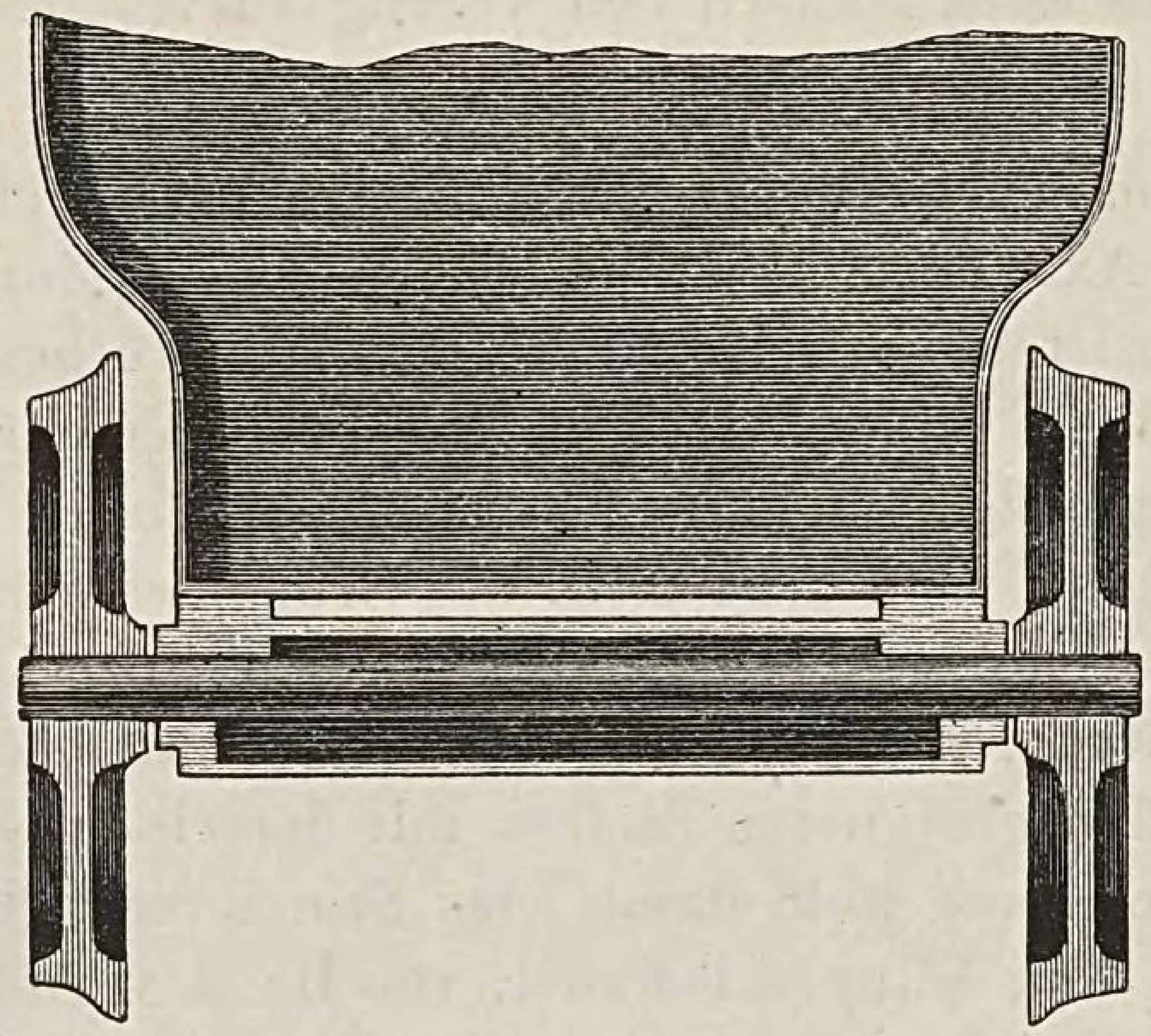
Es ist nun keine Frage, dass jenes System ein sehr unvollkommenes ist. Von der über Tage angebrachten Schmiere ist sehr oft der grösste Theil schon wieder verschwunden, wenn der Wagen mit neuer Ladung von dem Abbaupunkte zum Schachte abgehen soll, also gerade dann, wenn er der Schmiere am meisten bedarf. Ausserdem wird bei jener Methode von vornherein viel Material verschwendet.

Es sind denn auch schon zahlreiche Einrichtungen erdacht worden, um die Schmiere in Büchsen einzuschliessen, so dass sie längere Zeit hindurch dienen kann. Wenn aber eine solche Einrichtung wirklich praktisch sein soll, so muss sie vor Allem einfach und solide sein, da gerade die Grubenwagen in dieser Beziehung die allerstrengsten Bedingungen stellen. Immer im Staub oder im Wasser, fortwährenden Stössen ausgesetzt, im Dienst und bei der Reparatur oft ungeschickten Händen anvertraut, eignen gerade die Grubenwagen sich am allerwenigsten zur Aufnahme eines irgendwie complicirten oder empfindlichen Apparates. Aus diesem Grunde ist man schon verschiedentlich von einer eingeführten besonderen Schmiervorrichtung auf das obige primitive System wieder zurückgekommen. Der Gegenstand ist jedoch so wichtig, dass nachstehend einige der hauptsächlichsten bis jetzt versuchten Einrichtungen erwähnt werden sollen.

519. A. Schmiervorrichtungen für bewegliche Axen. — Statt die Axen sich in Lagerschalen oder Pfannen drehen zu lassen, kann man dieselben mit einer gleichzeitig als Lager dienenden Büchse umgeben, welche Oel oder Schmiere für längere Zeit enthält. Es giebt verschiedene Systeme solcher Schmierbüchsen:

System Dubois (Fig. 220). Die Axe läuft in einem gusseisernen Rohr, dessen Seele an den Enden verengt, aber ausgebohrt ist. Der Raum zwischen Axe und Rohrwand nimmt durch ein in letztere gebohrtes und mit einem Holzpflock oder einem Schraubenbolzen ver-

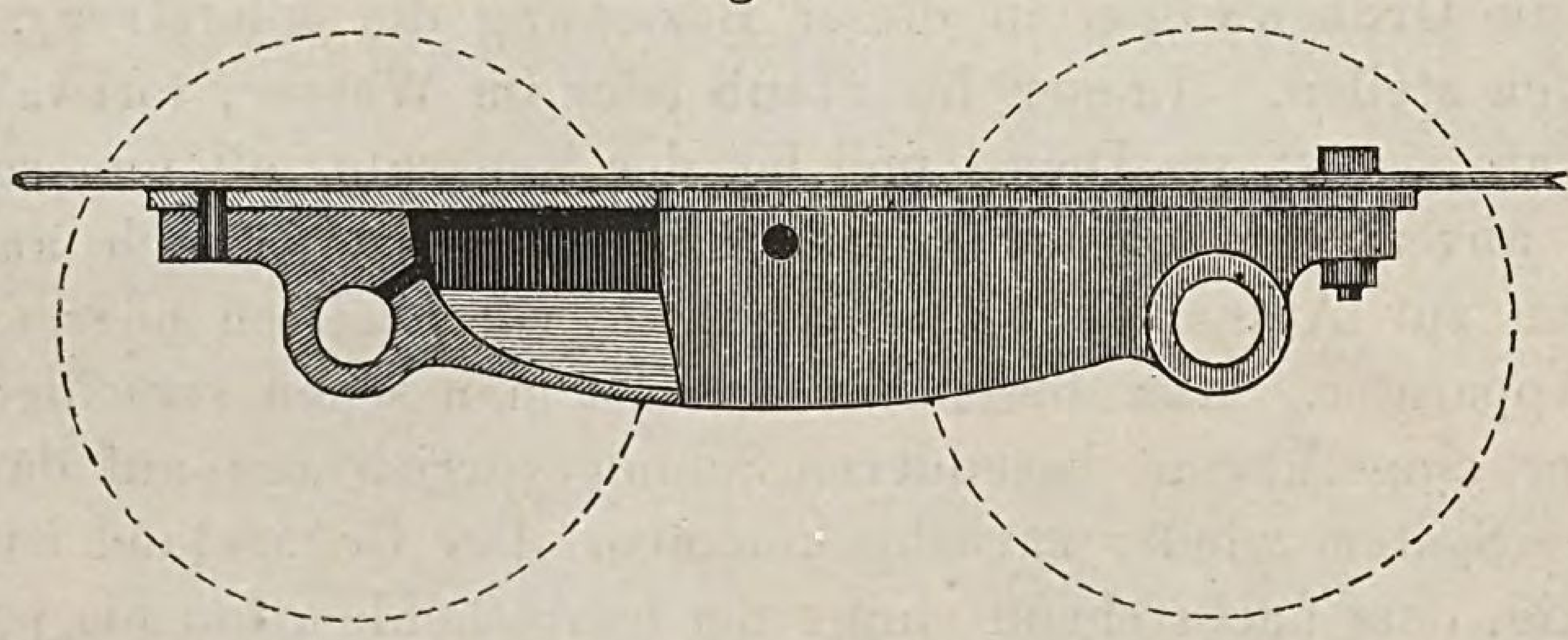
Fig. 220.



schliessbares Loch das Schmiermaterial auf. Das Einfüllen der Schmiere geschieht von Zeit zu Zeit, wenn der Wagen sich auf dem Wipper befindet. Man wendet ein ziemlich steifes Material an, welches am besten mittelst einer Handspritze eingeführt wird.

System Godin (Fig. 221). Die Schmierbüchse liegt in der Längsrichtung des Wagens und verbindet die zwei Axen. In Folge der schüttelnden Bewegung bei der Förderung und beim Ausleeren auf dem Wipper dringt das Oel durch kleine in den Axenlagern befind-

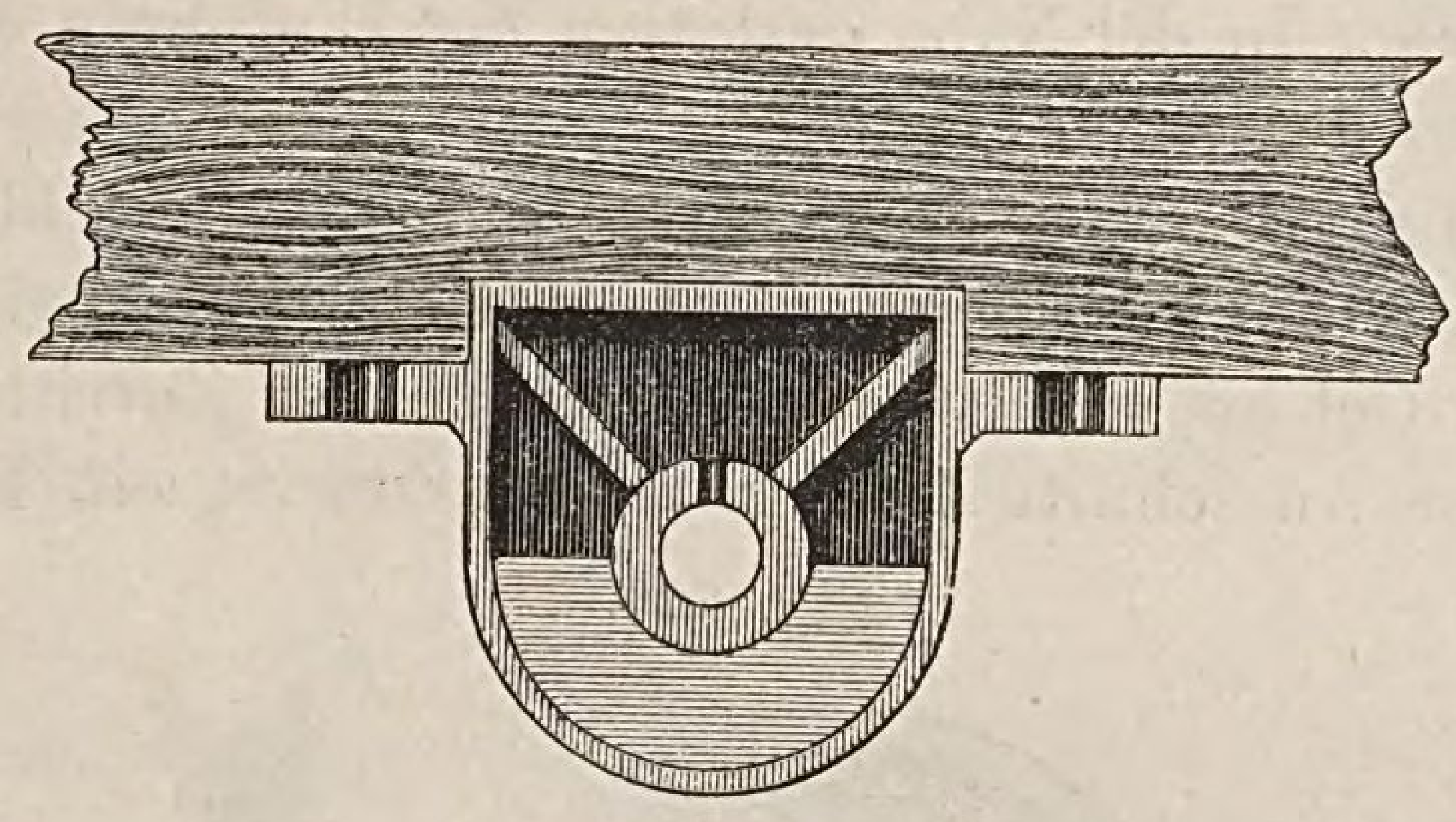
Fig. 221.



liche Löcher, von denen eines auf der Abbildung zu sehen ist, bis an die Axen. Das Einfüllen des ziemlich flüssigen Oeles erfolgt durch ein an der Aussenseite jeder Büchse vorhandenes Loch, welches durch einen Holzpflock verschlossen wird. Zur Abdichtung ist zwischen den Boden des Wagenkastens und die Schmierbüchse ein Tannenholzbrett eingelegt.

System Bainbridge (Fig. 222). Dieses System findet sich in England angewendet. Jedesmal, wenn der Wagen auf dem Wipper umgedreht wird, tritt ein kleiner Theil des in dem unteren Reservoir

Fig. 222.



enthaltenen Oeles durch eine der oben durchbohrten Scheidewände in den oberen Raum und von da durch ein Loch in dem Axenlager zur Axe.

520. B. Schmiervorrichtungen für feststehende Axen. — Die verbreitetste derartige Vorrichtung ist die sogenannte Patentschmierung (Fig. 223). Die Nabe des Rades ist hohl und enthält das Oel. Der Zapfen der Axe ist abgedreht und trägt an der Innenseite einen Kragen. Eine darüberhin auf die Nabe aufgeschraubte Platte hält den Zapfen in dem Rade fest. Dieses System hat den Nachtheil, dass die Construction sich leicht lockert und ein starker Verbrauch an Schrauben entsteht. Es ist deshalb, wie folgende Beispiele zeigen, vielfach abgeändert worden.

Fig. 223.

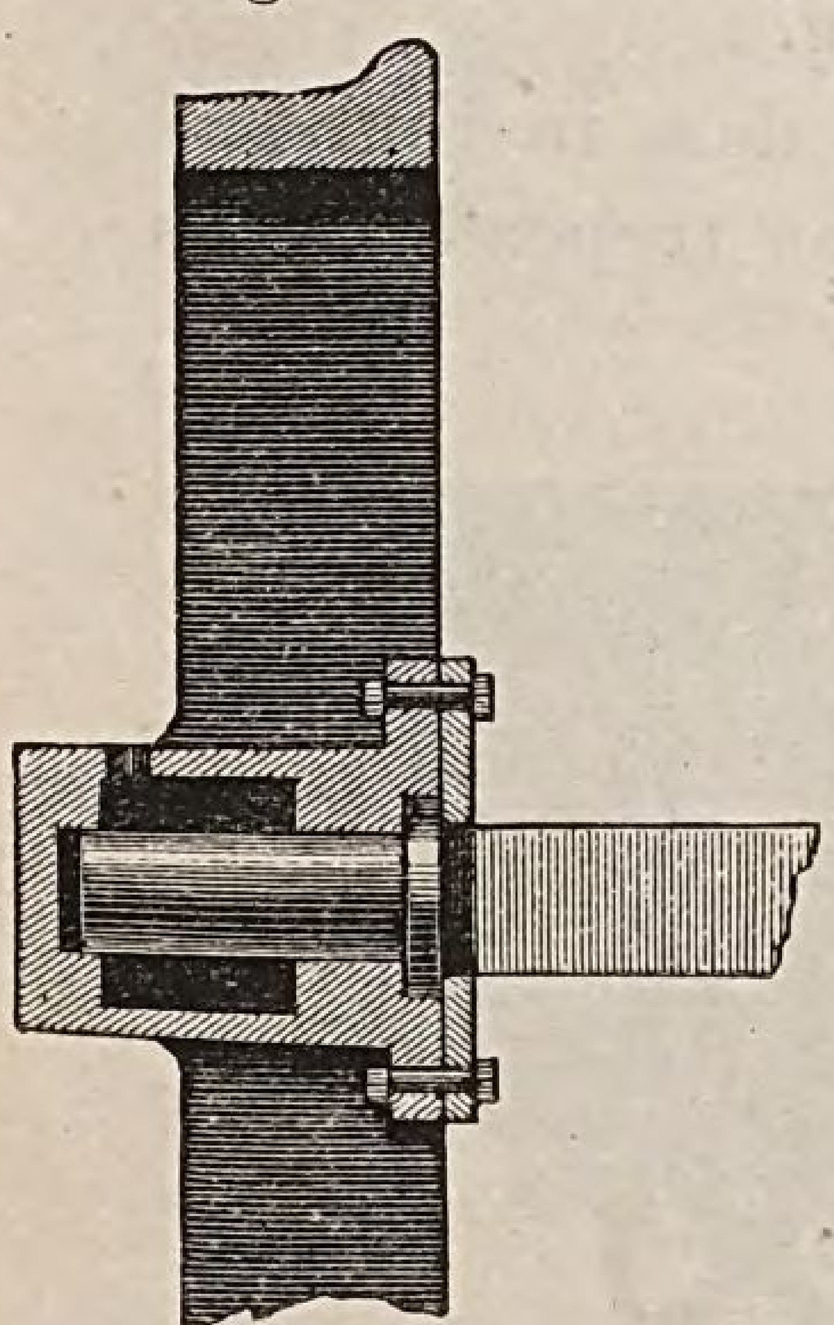


Fig. 224.

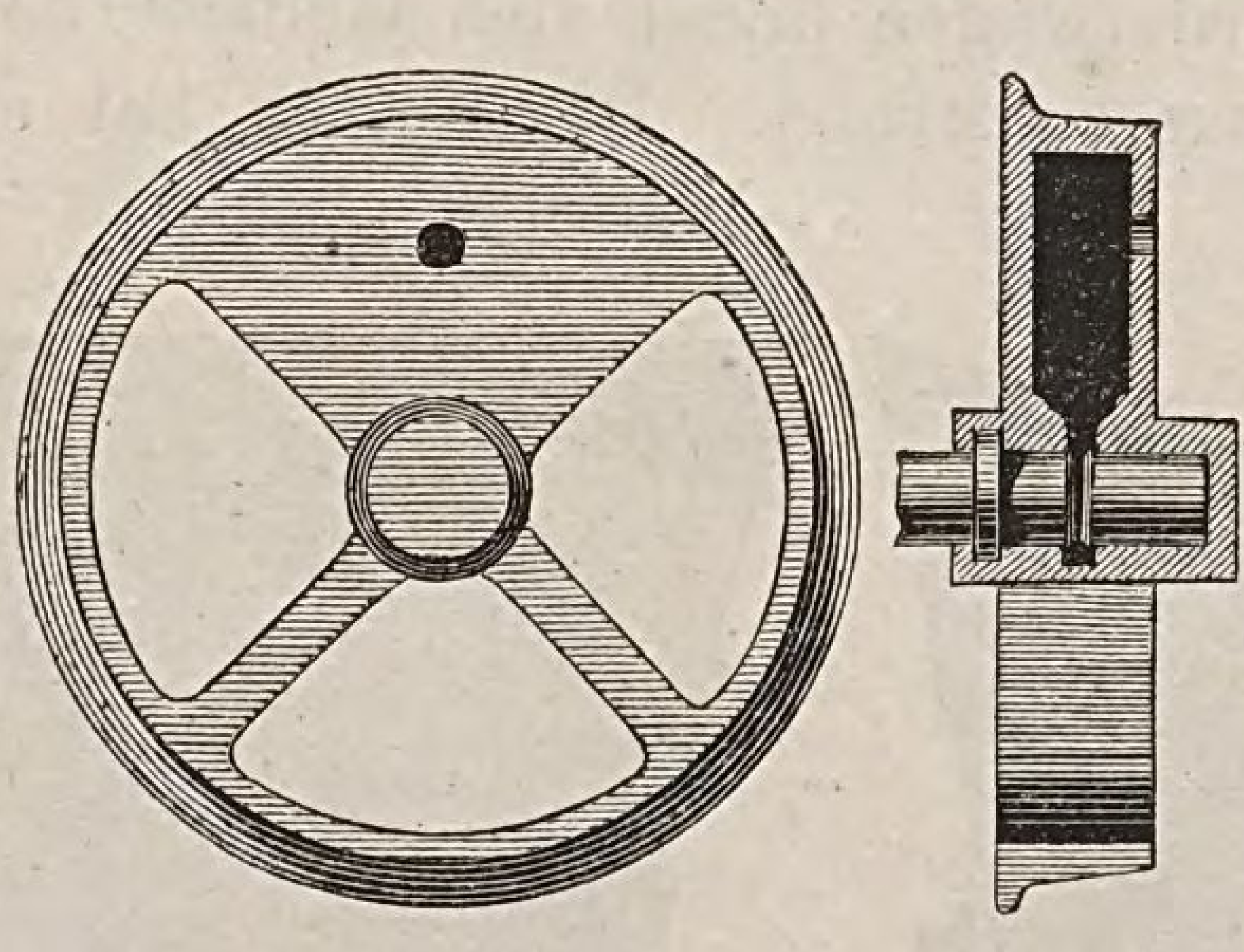
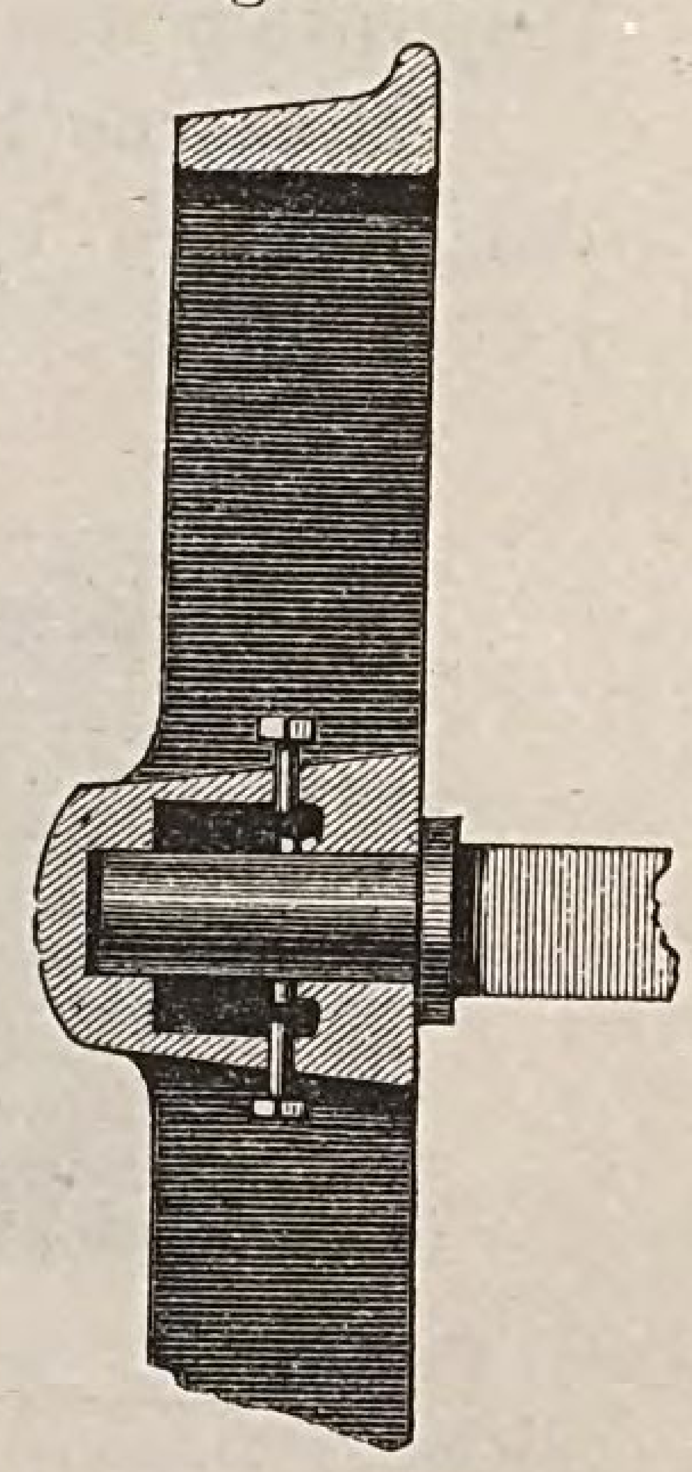


Fig. 225.

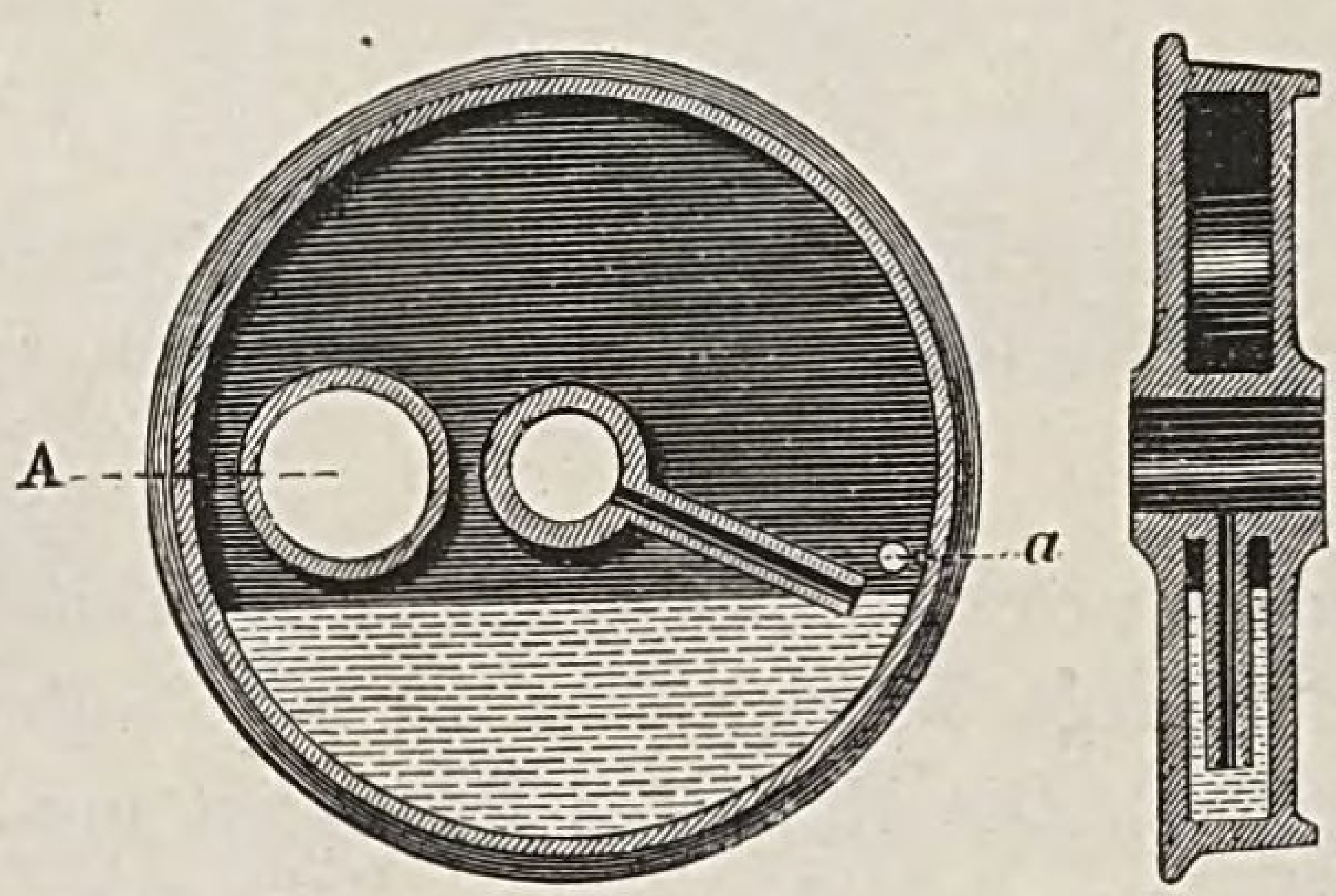


Bei der in Fig. 224 dargestellten Anordnung befindet sich das Oel, statt in der hohlen Nabe, in dem Rade selbst eingeschlossen. Das System Souheur (Fig. 225) sucht die Verbindung der Axe mit der

Radnabe dadurch zu vereinfachen, dass ein Splint von gehärtetem Stahl festsitzend durch eine diametrale Durchbohrung des Zapfens hindurchgesteckt wird, nachdem der letztere in die Nabe hineingesteckt ist. Zwei einander gegenüberstehende und durch Schraubenbolzen verschliessbare Löcher in der Nabe gestatten das Einführen dieses Splintes sowie das Füllen der Schmierbüchse.

Beim System Godin dient wiederum das Rad als Oelbehälter. Ein inneres, an die Nabe angegossenes Rohr taucht bei jeder Umdrehung in das Oel ein und vermittelt so dessen Zutritt zum Zapfen. Der kreisförmige Ausschnitt *A* (Fig. 226) gestattet ein Feststellen des

Fig. 226.

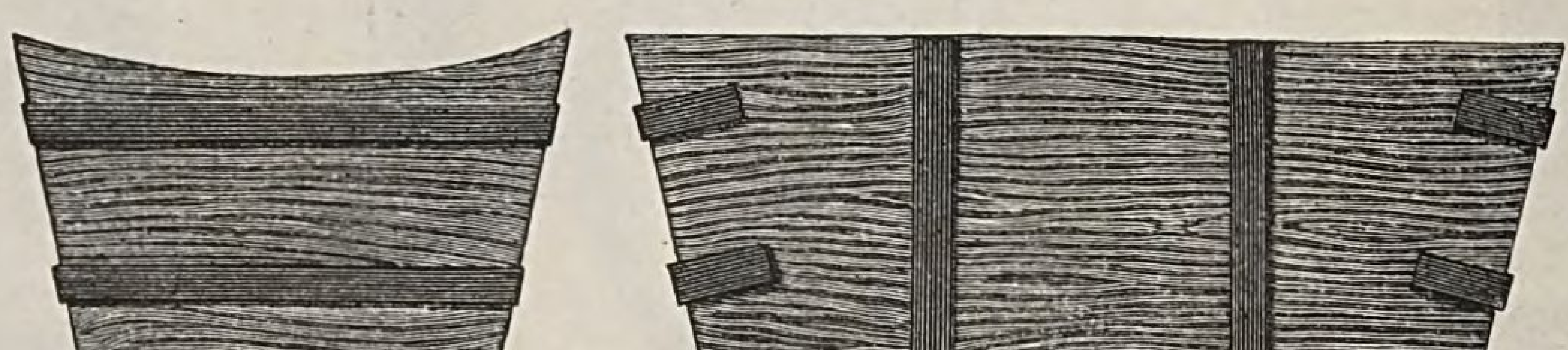


Rades bei abschüssiger Bahn. Das Loch *a* dient zum Einfüllen des Oeles und kann durch einen Holzpflock oder einen Schraubenbolzen verschlossen werden.

521. Disposition der Förderwagen. — Nicht nur die Anordnung der Axen, Räder und Schmiervorrichtungen, sondern die ganze Disposition der Förderwagen ist äusserst mannigfaltig.

Hölzerne Förderwagen finden sich vielfach nach dem in Fig. 227 dargestellten Typus construirt. Der Kasten hat einen trapezförmigen

Fig. 227.



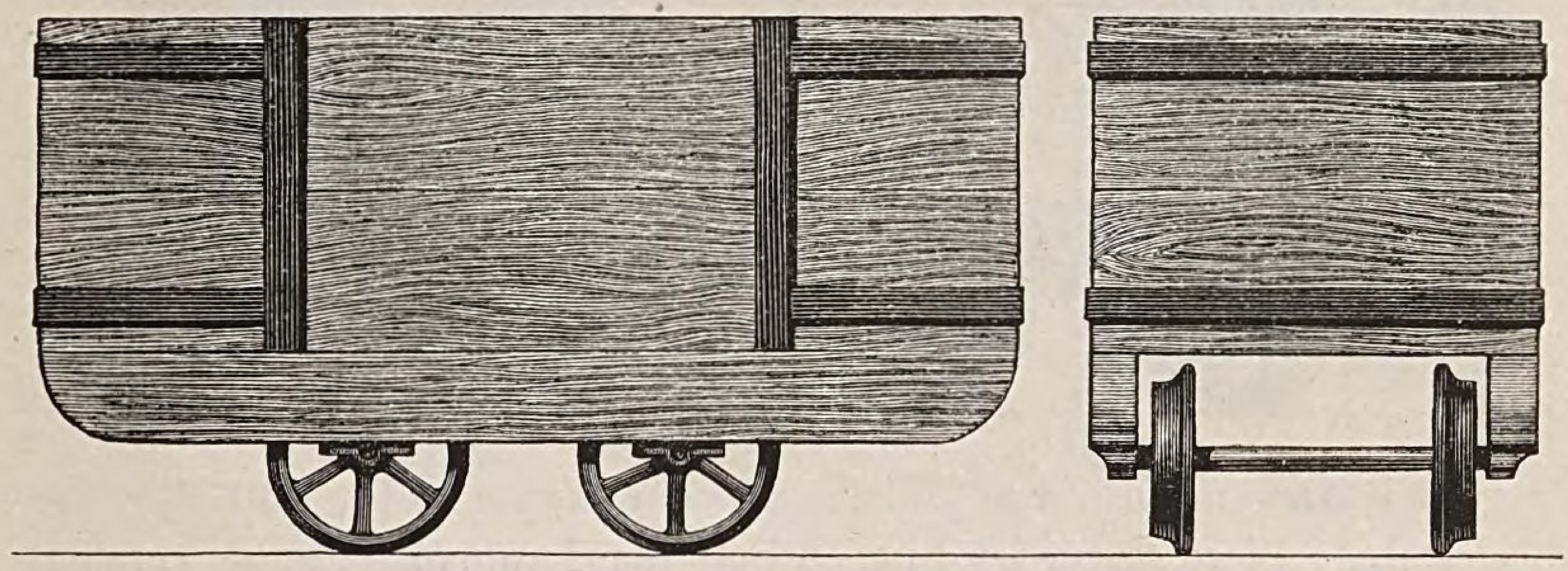
Aufriss und ist direct auf die Axen aufgesetzt. Seine Horizontalprojection bedeckt die Räder. Bandeisenbeschläge verstärken die Verbindung der einzelnen Holztheile:

Ladung des Wagens	4½ hl oder 400 kg
Grösste Breite	0,60 m
Länge	1,15 „
Gesammthöhe über Schienenkante . . .	0,90 „
Raddurchmesser	0,15 „
Spurweite	0,50 „
Gewicht des leeren Wagens	180 kg
Verhältniss der todten Last zur Nutzlast	45 Proc.

Eine andere Construction für kleine Holzwagen ist folgende (Fig. 228):

Der Kasten ist rechteckig und ruht auf einem aus zwei hölzernen Langbäumen bestehenden Gestell. Die Räder befinden sich einwärts

Fig. 228.



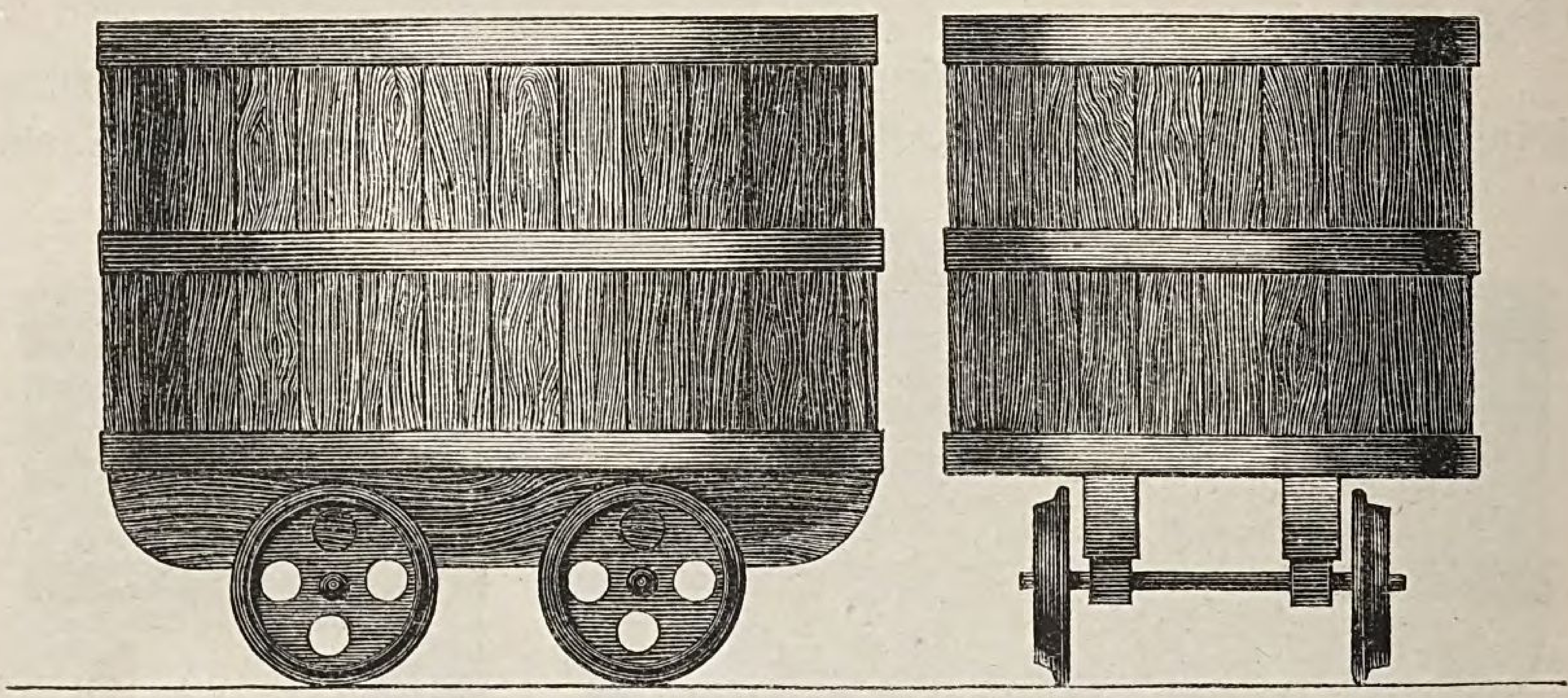
von diesen Langbäumen. Diese Form gewährt weniger Raumersparniss als die vorhergehende, da der Raum zwischen den Rädern für die Ladung verloren geht. Dagegen ist die Construction etwas einfacher:

Ladung des Wagens	5 hl oder 450 kg
Grösste Breite	0,75 m
Länge	1,20 „
Gesammthöhe über Schienenkante . . .	0,90 „
Raddurchmesser	0,20 „
Spurweite	0,50 „
Leergewicht	225 kg
Verhältniss des Leergewichts zur Nutzlast	50 Proc.

Im Becken von Saint-Etienne finden sich stellenweise Wagen von elliptischem Grundriss, deren Kasten aus fassartig zusammengesetzten Dauben besteht und durch Bandeisenringe zusammengehalten wird (Fig. 229, a. f. S.). Dieser Kasten ruht auf zwei Langbäumen von Holz; die Räder stehen an der Aussenseite dieser letzteren, bleiben aber dabei unter der Horizontalprojection des Kastens:

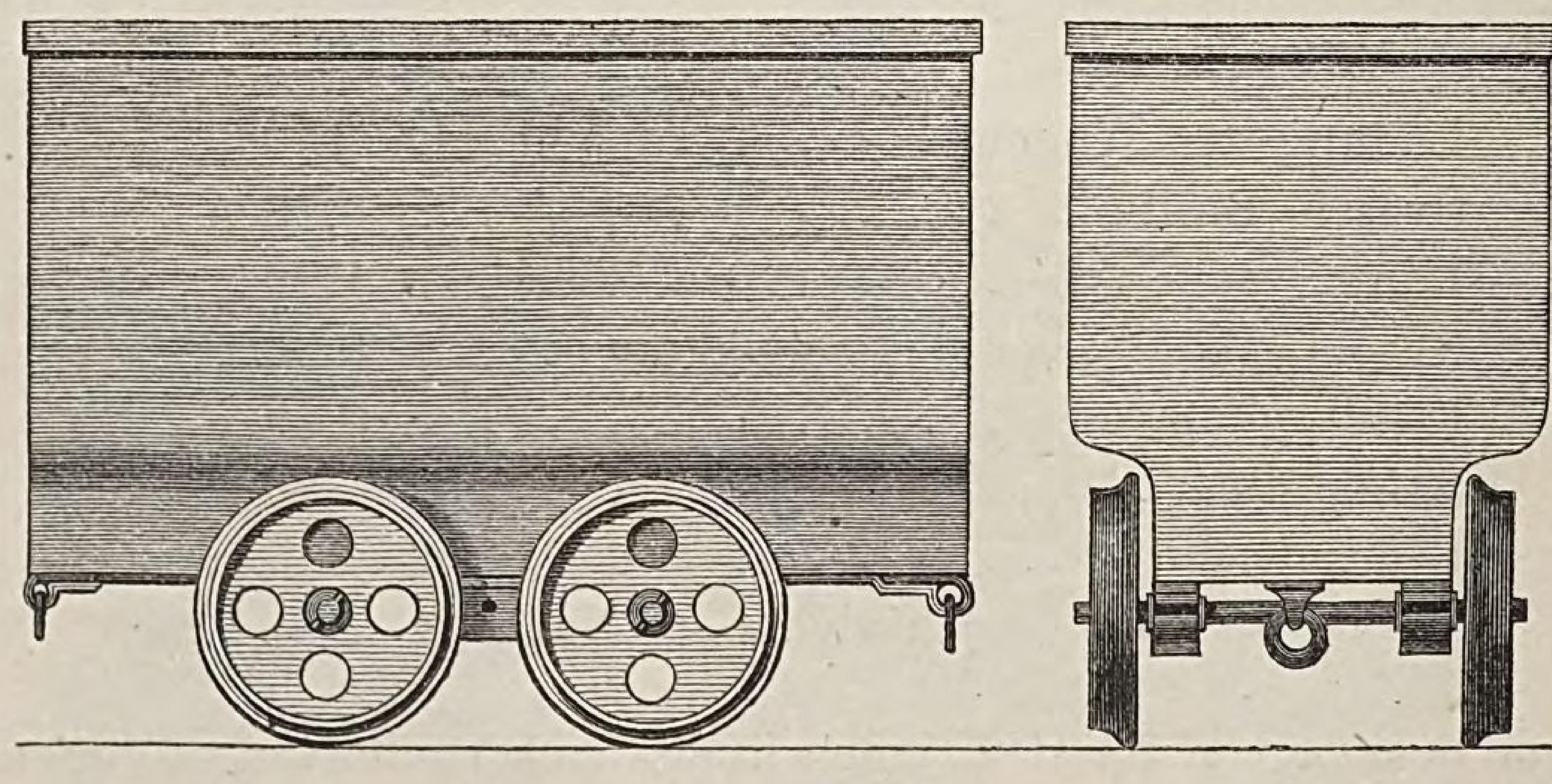
Ladung des Wagens	4 hl oder 360 kg
Grösste Breite	0,80 m
Länge	1,05 „
Gesammthöhe über Schienenkante . . .	0,90 „
Raddurchmesser	0,225 „
Spurweite	0,500 „
Leergewicht	180 kg
Verhältniss des Leergewichts zur Nutzlast	50 Proc.

Fig. 229.



Bei Anwendung von Blech ist der Typus Fig. 230 der verbreitetste. Diese Form ist hinsichtlich der Raumausnutzung vortheilhaft. Das Material ist Eisen- oder Stahlblech. Die folgenden An-

Fig. 230.

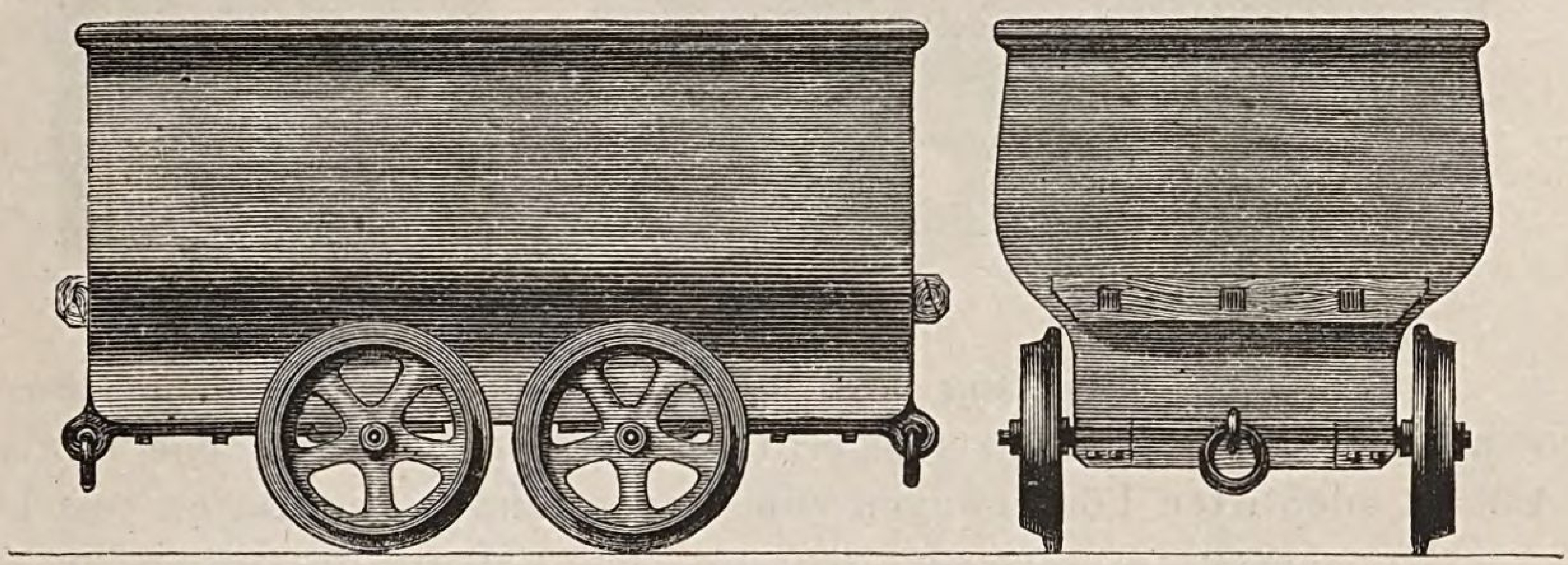


gaben beziehen sich auf einen derartigen Wagen aus Stahlblech. — Das Stahlblech ist hierbei 2 mm stark, die Axen bestehen ebenfalls aus Stahl, die Räder und Pfannen aus hämmerbarem Gusseisen:

Ladung des Wagens.	5 hl oder 450 kg
Grösste Breite	0,600 m
Länge	1,200 „
Gesammthöhe über Schienenkante . . .	0,900 „
Raddurchmesser	0,300 „
Spurweite	0,500 „
Leergewicht	180 kg
Verhältniss des Leergewichts zur Nutzlast	40 Proc.

Oft wählt man eine ähnliche, aber mehr geschweifte Form, wie sie Fig. 231 darstellt. Es ist dies das zu Anzin in Nordfrankreich adoptirte Modell:

Fig. 231.



Ladung des Wagens.	5 hl oder 450 kg
Grösste Breite	1,780 m
Länge	1,250 „
Gesammthöhe über Schienenkante . . .	0,750 „
Raddurchmesser	0,250 „
Spurweite	0,600 „
Leergewicht	210 kg
Verhältniss des Leergewichts zur Nutzlast	46 Proc.

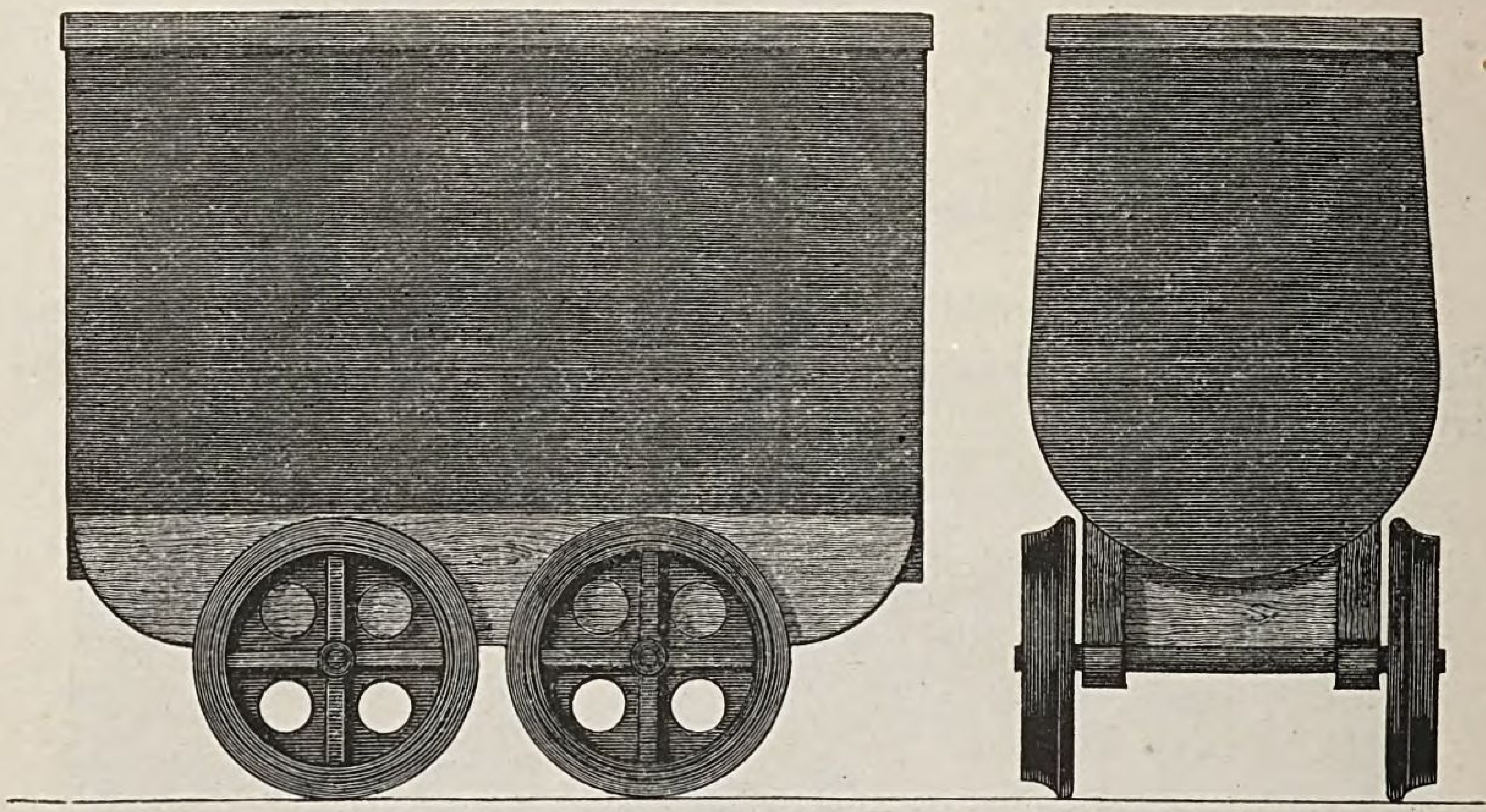
Das System der Patentschmierung, welches früher zu Anzin eingeführt war, ist dort wieder durch die gewöhnliche Schmierung mittelst Pinsels und mit einer halbsteifen Schmiere ersetzt worden, da das Patentsystem sich als zu kostspielig in Bezug auf Anschaffung und Unterhaltung erwies.

Auf vielen Gruben endlich, besonders bei Seraing und Lüttich, wendet man eine Art gemischten Systems (Fig. 232, a. f. S.) an:

Der Kasten aus Stahlblech ist elliptisch und ruht auf einem hölzernen Unterbau. Diese Form steht in Bezug auf Raumausnutzung hinter den vorhergehenden zurück, hat aber den Vorzug einfacherer Construction, in Folge dessen die Reparaturen leichter sind.

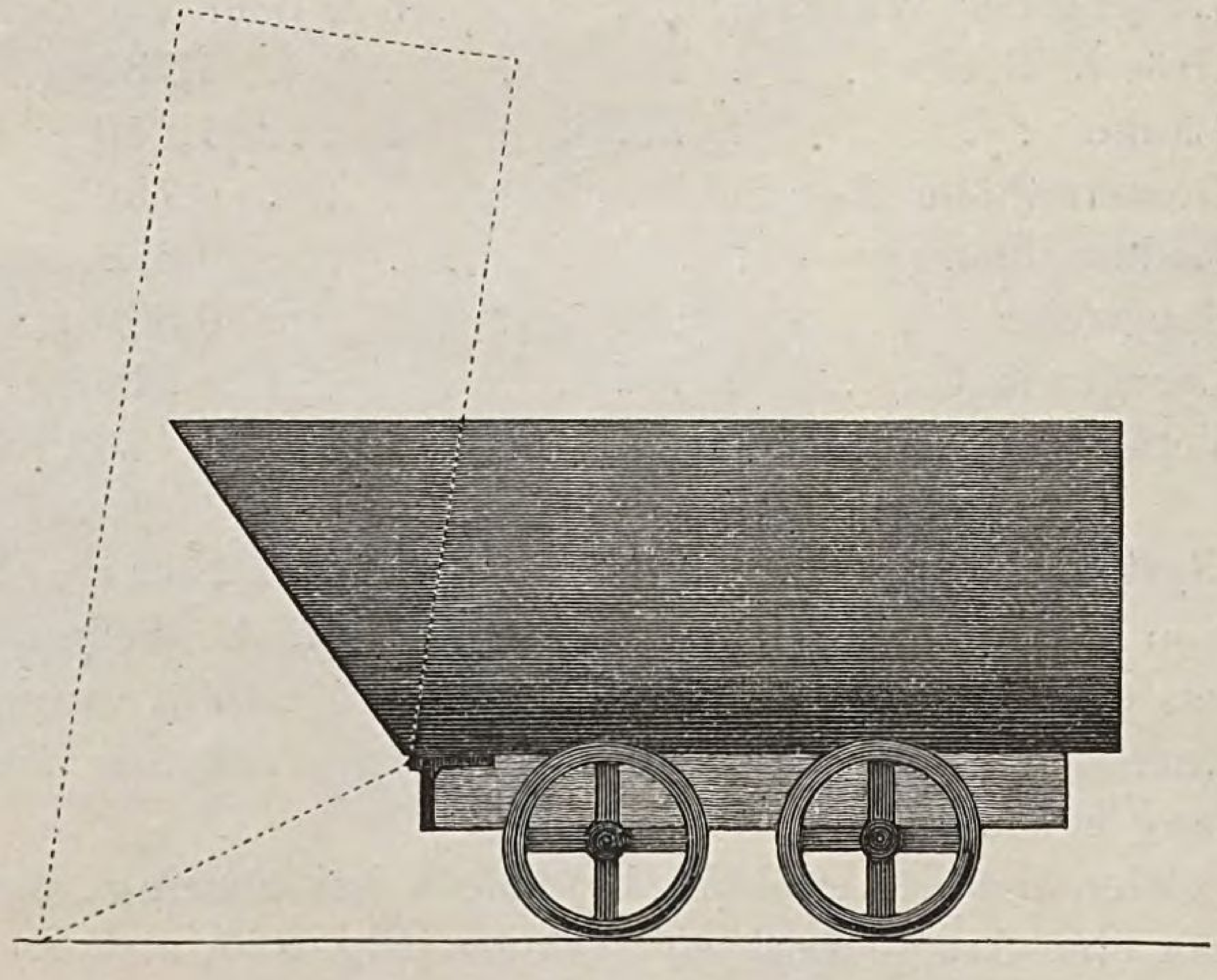
Auch trägt die Verlagerung auf hölzernen Balken zur Schonung des Kastens bei.

Fig. 232.



Die obige Abbildung und die nachstehenden Angaben haben den von der Gesellschaft Cockerill zu Seraing für die neue Grube Colard adoptirten Förderwagen zum Gegenstande. Der Kasten besteht

Fig. 233.



aus Bessemerstahl von $2^1/_2$ mm Dicke, das Untergestell aus Eichenbohlen von 0,18 auf 0,07 m Querschnitt. Die Axen sind aus Serainger Eisen Nr. 4 und die Räder aus Gusseisen gefertigt:

Ladung des Wagens.	6 hl oder 540 kg
Grösste Breite	0,602 m
Länge	1,330 „
Gesammthöhe über Schienenkante . . .	1,140 „
Raddurchmesser	0,350 „
Spurweite	0,550 „
Leergewicht	300 kg
Verhältniss des Leergewichts zur Nutzlast	55 Proc.

522. Wenn man in den Hauptförderstrecken Wagen von grossem Fassungsraum verwendet, wird für die Hülfsstrecken ein besonderes, kleineres Material nothwendig. Diese kleineren Wagen sind dann in der Regel zum Kippen eingerichtet. Auch wenn die ganze Förderung mit kleinen Wagen besorgt wird, hat man doch für die Berge solche mit Kippvorrichtung. Dieselben erhalten im Uebrigen die gleichen Dimensionen wie die Kohlenwagen. Fig. 233 giebt ein Beispiel eines solchen Kippwagens, wie er zum Ausleeren des Bergeversatzes in die Streben auf steilstehenden Flötzen sehr praktisch ist.

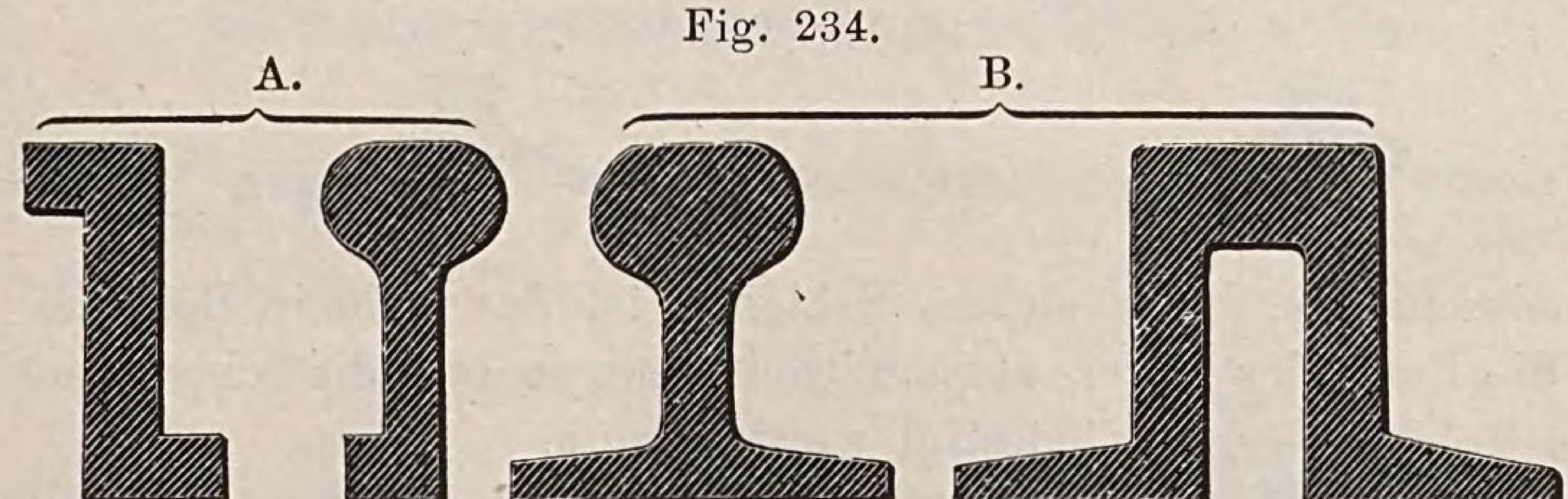
§. 2.

Förderbahnen.

523. Die Förderbahnen bestehen aus Eisen- oder Stahlschienen, welche über Querschwellen (Stege, Grundsohlen) hinlaufen. Zu Grubenschienen dienen nur kleine Profile. Ihr Gewicht beträgt je nach den Umständen 6 bis 12 kg pro laufenden Meter. Sie dürfen nach der Seite hin nicht zu biegsam sein, damit die Wagen in den Curven nicht entgleisen. Ihr Kopf muss ziemlich dick und gerundet sein, um die Radkränze nicht zu sehr anzugreifen.

Es können zwei Typen von Grubenschienen unterschieden werden (Fig. 234). Die einen (*A*) werden mit der Schwelle durch Festkeilen

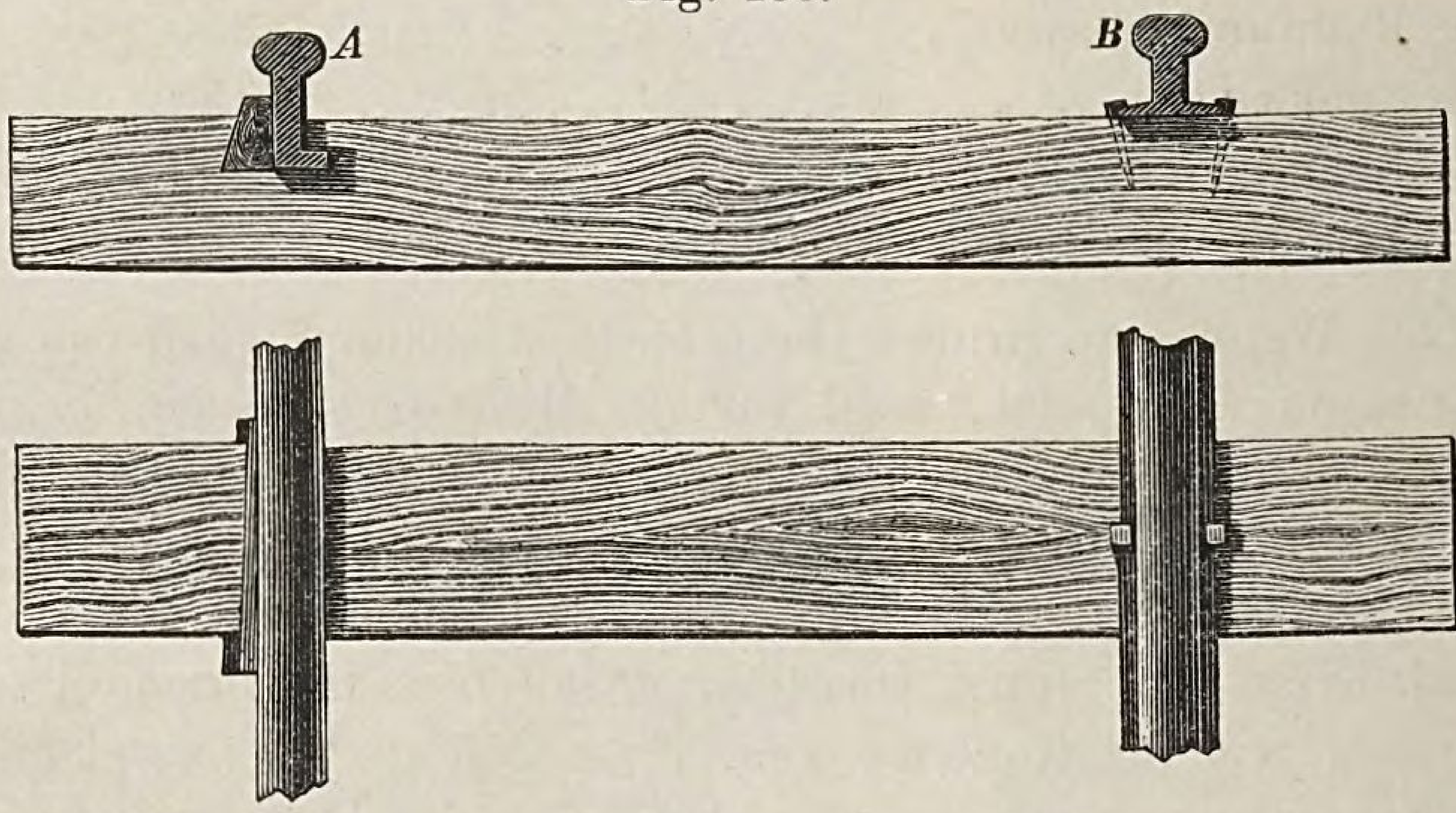
Fig. 234.



in einem Einschnitt derselben verbunden. Hierzu dient ein Keil von Eichenholz (Fig. 235 *A*, a. f. S.), welcher, um nicht von dem Spurkranz der Räder berührt zu werden, an der Aussenseite der Schiene angebracht wird. Nur wenn viel darauf ankommt, etwas an Breite zu sparen, ent-

schliesst man sich, die Keile auf die Innenseite zu verlegen. Der zweite Typus (*B*) hat einen breiten Fuss, welcher durch Holzschrauben oder Hakennägel (Fig. 235 *B*) auf dem Stege befestigt wird.

Fig. 235.

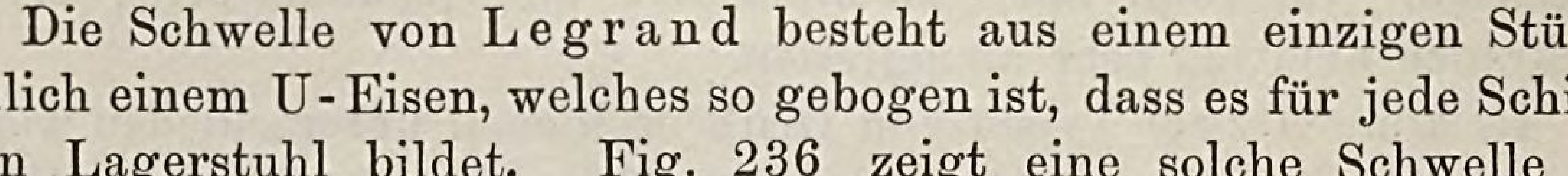


Die Spurweite des Geleises („Gestänges") schwankt zwischen 0,40 und 0,70 m, am häufigsten ist 0,60 m. Die Stege werden aus Eichen- oder Buchenholz geschnitten. Ihr Querschnitt hat 8 bis 12 cm im Quadrat. Sie liegen in Zwischenräumen von 0,5 bis 1 m.

Stellenweise finden sich auch eiserne Schwellen angewendet. Dieselben sind theurer, halten aber länger. Die Befestigung der Schienen ist bei eisernen Schwellen im Allgemeinen weniger solide, auch ist die Verlagerung der letzteren auf der Sohle weniger fest. Eiserne Schwellen sind denn auch für Grubenzwecke bis jetzt noch weit weniger im Gebrauch als hölzerne. Sie haben allerdings den Vortheil, weniger Höhe einzunehmen als diese. Nachstehend seien einige Beispiele von Eisenschwellen angeführt:

Die Schwelle von Legrand besteht aus einem einzigen Stücke, nämlich einem U-Eisen, welches so gebogen ist, dass es für jede Schiene einen Lagerstuhl bildet. Fig. 236 zeigt eine solche Schwelle für

Fig. 236.

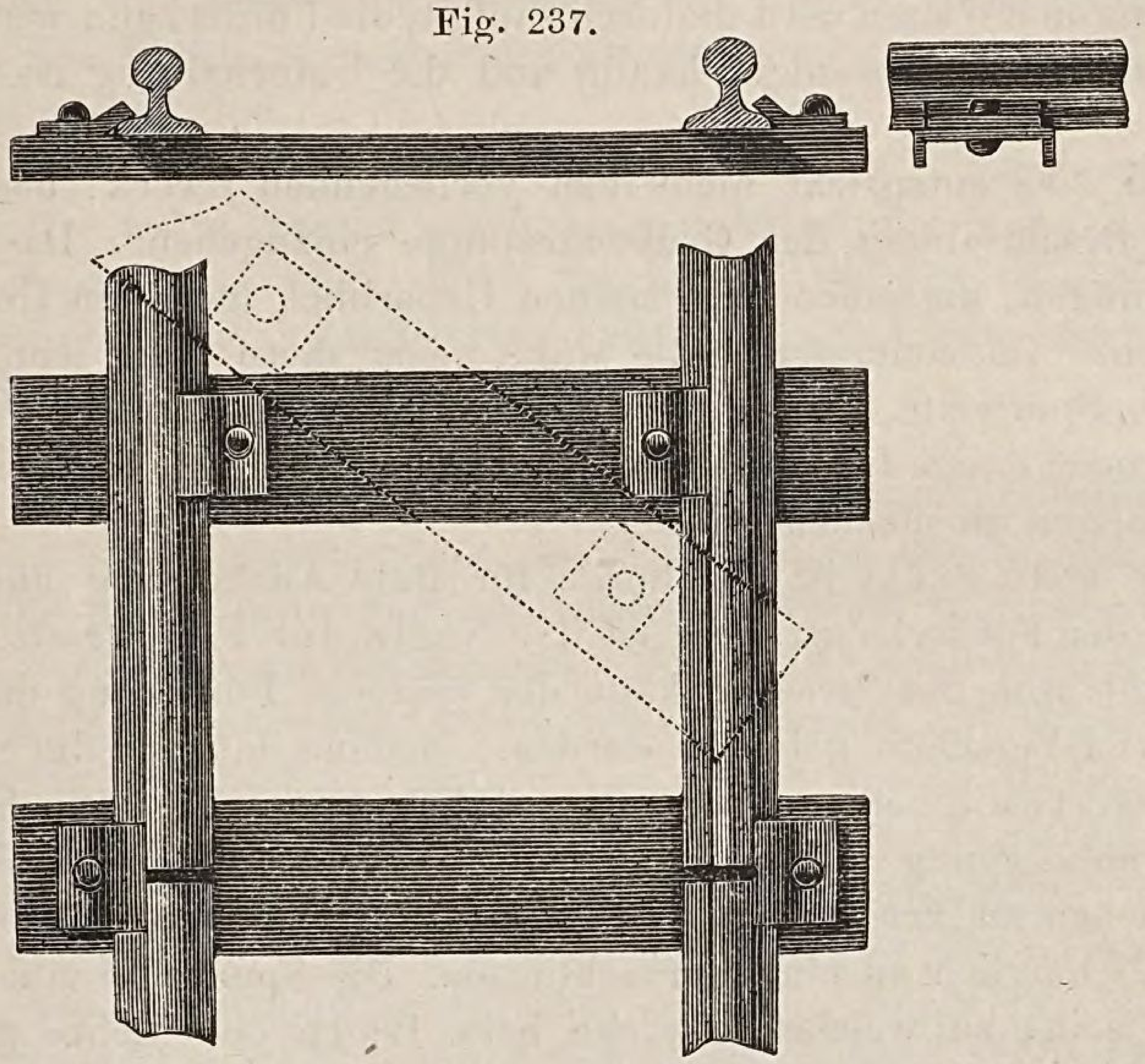


Vignoleschienen. Für andere Schienen ist das Princip dasselbe und nur die Form des Lagers etwas abweichend, so dass die Schiene mittelst eines Holzkeiles darin befestigt werden kann.

Derselbe Techniker empfiehlt für Vignoleschienen auch das in Fig. 237 veranschaulichte System. Dasselbe zeichnet sich durch die Schnelligkeit, mit der das Legen des Gestänges vor sich geht, aus. Die Schienen werden nämlich durch plattenförmige Klauen befestigt, welche abwechselnd auf der Aussen- und auf der Innenseite angebracht werden.

Man legt nun die Schwellen mit aussenstehenden Befestigungsplatten querüber, die anderen hingegen schief auf die Sohle, schiebt die Schienen von der Innenseite her unter die schon vorher festgemachten Klauen

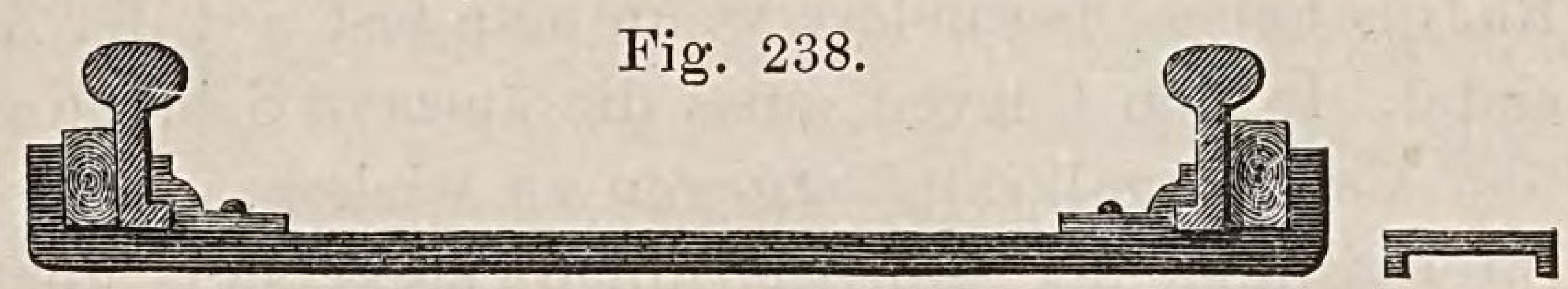
Fig. 237.



und bringt dann auch die anderen Schwellen durch Schlagen gegen ihre Enden in die rechte Lage, wodurch die einwärts stehenden Klauen ebenfalls greifen. Beim Demontiren verfährt man im umgekehrten Sinne.

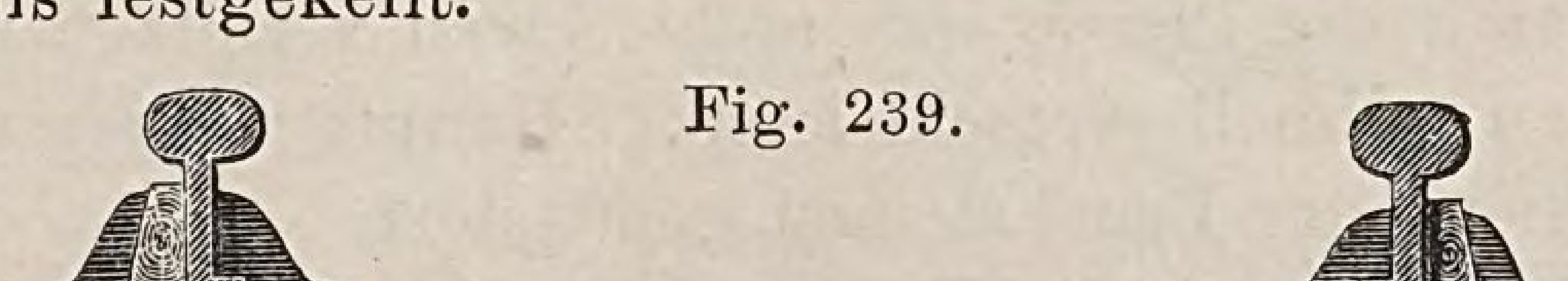
Die Schwelle von Desoignie (Fig. 238) steht nach aussen nicht über die Schienen vor, sondern ist an ihren Enden aufwärts gebogen.

Fig. 238.



Die Schienen, deren Profil ungefähr dasselbe ist, wie bei den vorhergehenden Schwellensystemen, werden in der abgebildeten Weise mittelst eines Holzkeils festgekeilt.

Fig. 239.



Vortheilhaft sollen auch Schwellen aus Flacheisen mit angegossenen Lagerstühlen sein (Fig. 239). Man verwendet zu diesen Schwellen alte Eisentheile oder abgelegte Schienen.

524. In den Hauptförderstrecken werden die Schienen an den zusammengestossenen Enden zweckmässig durch angeschraubte Laschen verbunden, wie dies bei den oberirdischen Eisenbahnen üblich ist. Die Bewegung der Wagen wird dadurch sanfter, die Förderbahn wird solider, Entgleisungen sind weniger häufig und die Unterhaltung ist geringer.

525. Es entspricht nicht dem vorliegenden Zweck, noch weiter auf die Beschreibung der Grubengestänge einzugehen. Das Gesagte wird genügen, um einen allgemeinen Ueberblick über den Gegenstand zu geben. Im concreten Falle wählt jeder diese oder jene Schiene, Schwelle, Spurweite u. s. w. nach den örtlichen Verhältnissen. Dagegen werden noch einige für alle speciellen Fälle und für alle Systeme gültige Bemerkungen zu machen sein.

Der erste Punkt ist die Sorge für gute Ausführung und Unterhaltung der Förderbahn; diese ist die Seele der Förderung. Schon beim Auffahren der Strecken kann der späteren Förderung durch gute Arbeit viel Vorschub geleistet werden. Sodann müssen die Schwellen fest gelagert, die Schienen gut darauf befestigt sein. Die Schwellen müssen nahe genug zusammenliegen, um eine seitliche Durchbiegung der Schienen zu verhindern. Die Enden der Schienen müssen sich so genau als möglich an einander schliessen. Die Spurweite muss überall dieselbe sein, zu welchem Zwecke beim Legen eine Lehre gebraucht wird. Keine Kosten dürfen gescheut werden, um die Förderbahnen in tadellosem Zustande herzustellen und zu erhalten. Jene werden bald durch die Ersparnisse an laufenden Förderkosten ausgeglichen.

So kommt man mehr und mehr dazu, für die Grubenschienen schwerere Profile anzunehmen. Das Verlaschen der Stoss-Enden, zumal in den Hauptstrecken, verbreitet sich ebenfalls immer mehr.

Die Curven müssen gleichmässig gerundet sein und dürfen nicht zu kleinen Radius haben, besonders wenn man fest auf der Axe sitzende Räder anwendet. In den Curven muss die äussere Schiene etwas höher liegen, um der Centrifugalkraft entgegen zu wirken.

Die Unterhaltung der Förderbahnen muss der unausgesetzten Thätigkeit von ausschliesslich hierzu bestellten, zuverlässigen Arbeitern anvertraut sein. Die betreffenden Strecken müssen möglichst oft gereinigt werden. Die Schwellen müssen mit Bergeklein oder Asche bedeckt sein, damit die Pferde sich nicht daran verletzen und damit sie selbst nicht zu schnell verschleissen. Hauptstrecken werden sogar mit Ziegelsteinen oder Bruchsteinen gepflastert.

Wenn Wasser durch die Förderstrecke abzuführen sind, so ist an der Seite eine gute Rösche entlang zu führen, welche jeden Tag gereinigt werden muss. Dabei muss die Strecke ein gleichmässiges und ausreichendes Gefälle haben, damit die Wasser leicht abfliessen und sich nicht auf der Sohle ansammeln. Die Wasser der Kohlengruben

sind in der Regel mehr oder weniger sauer und wirken schädlich auf die Hufe der Pferde ein. Auch kann eine Strecke, in welcher die Wasser sich stauen und das Gestänge bedecken, nicht unterhalten werden, wie denn überhaupt sowohl für die Hand-, als für die Pferdeförderung die Verhältnisse in einer überschwemmten Strecke die denkbar schlechtesten sind.

Der ungünstigste Fall in dieser Beziehung ist derjenige, wo die Sohle quillt. Dann müssen regelmässig während der Nachtschicht besondere Reparaturarbeiter damit beschäftigt werden, die Strecken, welche während des Tages gelitten haben, wieder herzurichten und in das richtige Gefälle zu bringen.

526. Die zweite Bedingung einer guten Streckenförderung beruht in dem Ansteigen, welches man den Förderwegen giebt. Am besten ist es, wenn die Beförderung der geladenen Wagen zum Schachte dieselbe Kraft erfordert wie die der leeren Wagen in umgekehrter Richtung, so dass der Motor eine constante Kraft anzuwenden hat. Diese Gleichmässigkeit ist natürlich nur dadurch zu erreichen, dass die Förderbahn ein schwaches Gefälle nach dem Schachte hin erhält. Zu diesem Zwecke fährt man die Strecken mit einem regelmässigen Ansteigen auf und genügt auf diese Weise zugleich den Anforderungen der Wasserlosung.

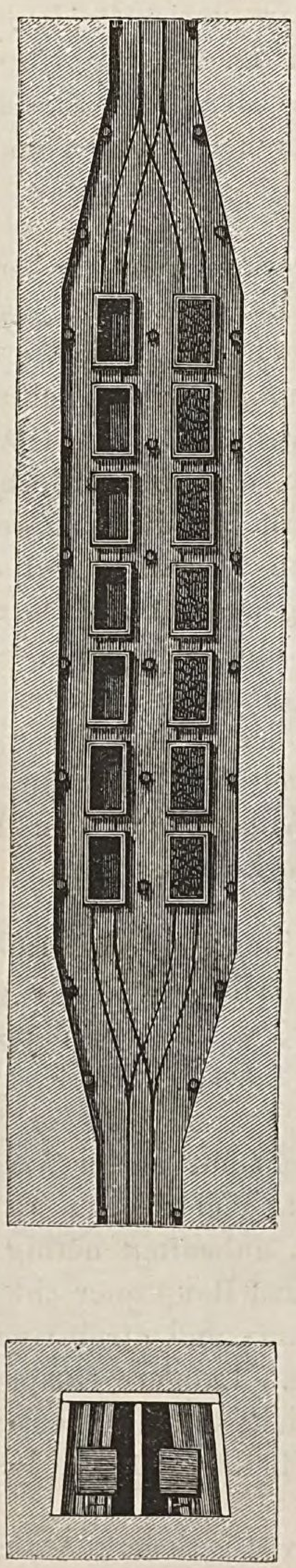
Das Maass des Ansteigens kann in jedem einzelnen Falle nach dem Leergewicht und der Ladung der Förderwagen, dem Durchmesser der Räder und der Zapfen und dem Reibungscoefficienten, welcher von der Güte der Schmierung abhängig ist, berechnet werden. Ein Ansteigen von $1/4$ Grad (1 : 225) entspricht im Allgemeinen den Verhältnissen, wie sie beim Kohlengrubenbetriebe vorkommen *).

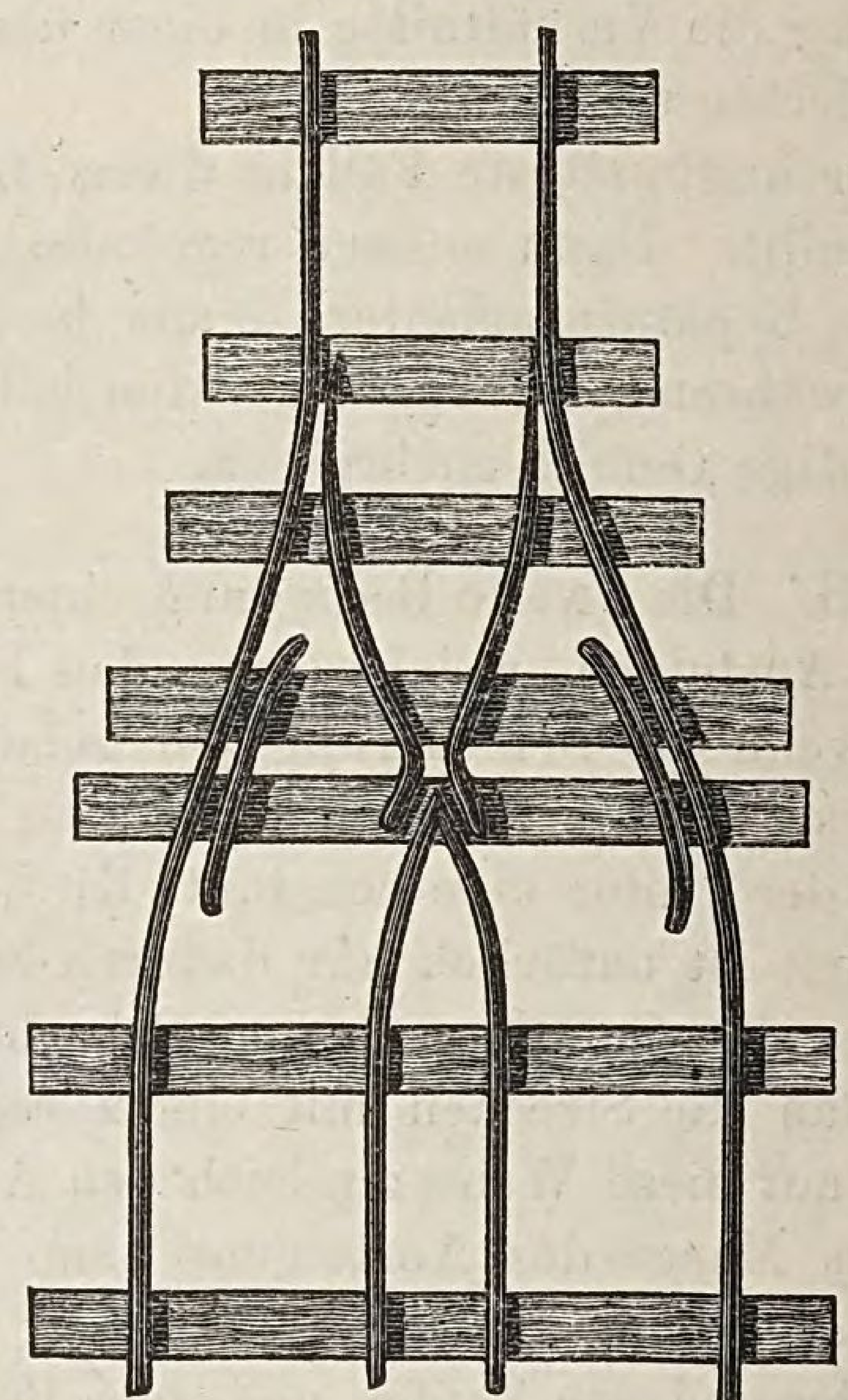
527. Ein dritter Punkt, welcher bei der Förderung zu beobachten ist, ist der gleichmässige Gang derselben. Der höchste Grad der Vollkommenheit wird in dieser Beziehung erreicht, wenn eine doppelte Bahn vom Schachte bis zu jedem Abbaupunkte führt, ein Geleise für die geladenen und eins für die leeren Wagen.

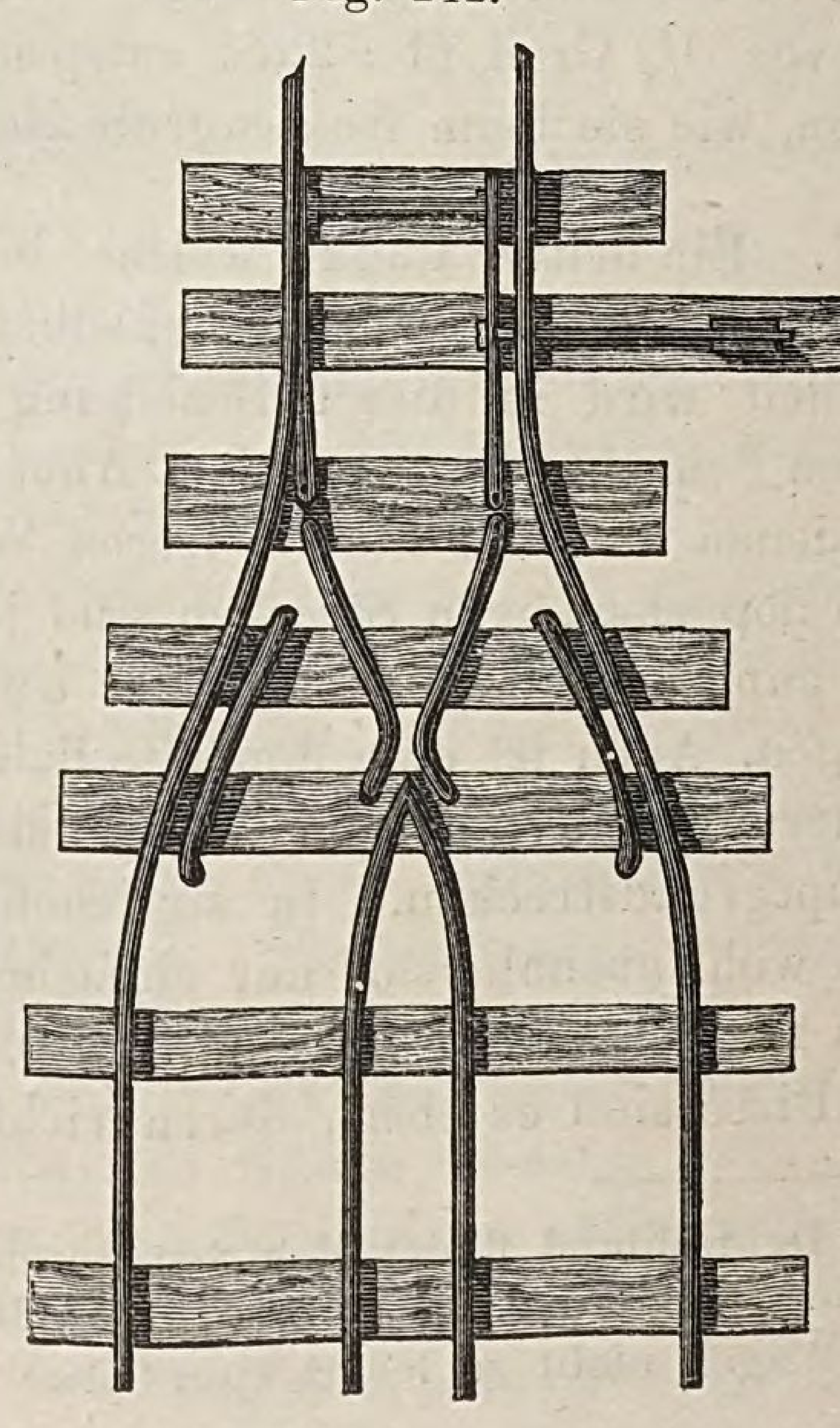
Die doppelspurigen Strecken sind jedoch nicht nur in der Anlage, sondern ganz besonders auch in der Unterhaltung viel theurer als die einspurigen. Auch ist eine doppelte Bahn nur da unbedingt nöthig, wo die Förderung eine stark concentrirte ist, also in den Hauptquerschlägen und Hauptgrundstrecken. In streichenden Abbau- und Strebstrecken hat man wohl ausnahmslos nur einfaches Geleise. Längere einspurige Strecken mit lebhafter Förderung müssen Ausweichestellen (Wechsel) haben. Diese sind es eben, deren richtige Vertheilung für die Regel-

*) In Deutschland findet sich fast durchweg ein viel geringeres Ansteigen der Förderstrecken, z. B. 1 : 500 und selbst 1 : 800, wobei allerdings der geladene Wagen nicht so leicht zum Schachte läuft, wie der leere zurück. L.

mässigkeit der Förderung von höchster Wichtigkeit ist. Die Zwischenräume, in denen sie anzubringen sind, müssen nach der Frequenz der betreffenden Strecke genau berechnet werden.


Fig. 240.


Fig. 241.


Fig. 242.

528. Wenn ein Wagenzug in einer einspurigen Strecke an einen Wechsel gelangt, so bleibt er in dem doppelspurigen Stücke so lange halten, bis der entgegenkommende Zug vorüber ist (Fig. 240). Bei richtiger Vertheilung dieser Wechsel und bei gutem Zustande der Strecke und der Wagen geht dieser Betrieb fast ebenso regelmässig wie bei doppelspuriger Bahn. Bei zerstreutem Abbau und schwachen Flötzen ist man vielfach in der Lage, sich in den Grundstrecken, ja selbst in den Querschlägen mit dieser Einrichtung behelfen zu müssen*).

529. Die Gabelungsstellen können mit feststehenden (Fig. 241) oder mit beweglichen Zungen (Fig. 242) construirt sein. Das erstere System wird seiner grösseren Einfachheit wegen vielfach angewendet, es bedingt jedoch, dass die Bewegung des Zuges an der betreffenden Stelle verlangsamt und jeder einzelne Wagen mit der Hand in das richtige Geleise gedrückt wird. Für eine lebhafte Förderung ist daher das System mit beweglichen Zungen, trotz seiner etwas grösseren Complicirtheit, vorzuziehen.

Aehnliche Einrichtungen werden beim Zusammenlaufe mehrerer Förderstrecken nothwendig.

§. 3.

Motoren.

530. Die bei der unterirdischen Förderung verwendeten Motoren sind:

1. Menschen,
2. Pferde,
3. die Schwerkraft,
4. Maschinen.

531. Handförderung. — Die Förderung durch Menschenhand ist vortheilhaft bei Längen von nicht über 300 m. Ein Hauptvortheil dieser Methode besteht darin, dass sie nur geringe Streckenquerschnitte verlangt. Sie ist daher für alle die Strecken zweiter Ordnung, welche der Abbau mit sich bringt, allgemein gebräuchlich, während nur die Grundstrecken den für Pferdeförderung nöthigen Querschnitt erhalten.

532. Die Leistung eines Schleppers, d. h. die Kohlenmenge, welche er in einer Schicht eine gegebene Strecke weit in Förderwagen transportiren kann, ist je nach den Umständen äusserst verschieden,

*) In Deutschland kommt dies weniger vor, vielmehr bilden bei uns doppelspurige Pferdeförderungsstrecken die Regel. L.

so dass kaum eine allgemein gültige Zahl in dieser Hinsicht angegeben werden kann. Die am meisten auf die Schlepperleistung einwirkenden Umstände sind: Die Förderlänge, der Zustand der Förderbahn und der Wagen, der Streckenquerschnitt, die Temperatur der Luft und das Schienenprofil.

Man kann, wenn alle Bedingungen günstig sind, wenn also die Förderlänge ziemlich bedeutend ist, die Förderbahnen und Wagen in gutem Zustande sind, das Gefälle ein regelmässiges und geeignetes, die Strecke weit und gut ventilirt und die Temperatur normal ist, annehmen, dass ein Schlepper durchschnittlich in einer Schicht 50 Tonnen auf 100 m Länge transportiren kann.

Wie verschieden je nach den Umständen die Schlepperleistung sein kann, geht daraus hervor, dass dieselbe in der Bergbaukunde von Callon für einen Fall zu 14 und für einen anderen zu 80 Tonnen auf 100 m Länge angegeben wird. Anderwärts findet man sogar noch grössere Unterschiede angegeben.

Aus solchen Zahlen ist daher weiter nichts zu entnehmen, als wie nothwendig es ist, auf die möglichst günstige Gestaltung aller Bedingungen die peinlichste Sorgfalt zu verwenden.

Als besonders wichtig ist nur zu wiederholen, was schon in dem Paragraphen über die Förderbahnen gesagt wurde, dass das Gefälle am besten so gewählt wird, dass die Bewegung eines geladenen Wagens in der einen Richtung dieselbe Kraft erfordert, wie diejenige eines leeren Wagens in der umgekehrten Richtung.

Man kann annehmen, dass die Handförderung bei etwa 300 m Wegeslänge in Bezug auf Billigkeit von der Pferdeförderung überholt wird.

533. Pferdeförderung. — Die zur unterirdischen Förderung verwendeten Pferde müssen von gedrungenem Bau, aber doch schwer genug sein, um eine verhältnissmässig bedeutende Zugkraft äussern zu können. In Belgien werden hauptsächlich Ardenner Pferde von nur 1,40 bis 1,60 m Höhe gebraucht. Dieselben gehen in Strecken von 2 m Höhe und (bei einspuriger Bahn) 1,80 m Breite.

Die Wagen werden bei der Pferdeförderung zu Zügen von verschiedener Stückzahl an einander gehängt, von denen jeder seinen besonderen Führer (Pferdeknecht) erhält.

534. Die Grubenpferde müssen mit äusserster Sorgfalt behandelt werden. Vor Allem sind in den von ihnen begangenen Strecken alle Unebenheiten und Rauhheiten der Sohle zu vermeiden. Vorhandensein von Wasser ist noch schädlicher. Wenn diese Punkte berücksichtigt sind, so halten sich die Pferde im Inneren der Gruben sehr gut. Die Temperatur ist dort im Allgemeinen eine den Pferden sehr zuträgliche

und unterliegt nur ausnahmsweise grösseren Schwankungen. Auch ist die Anstrengung der Thiere eine gleichmässige.

Die unterirdischen Pferdeställe müssen geräumig, gehörig ventilirt und rein gehalten sein. Der Boden derselben muss gepflastert sein und ein passendes Gefälle zum Abflusse des Wassers haben.

Falls nicht etwa einfallende Strecken bis zu Tage führen, kommen die Pferde gewöhnlich nur dann an die Oberfläche, wenn sie krank oder verletzt sind oder wenn ein Theil des Betriebes eingestellt wird. Es empfiehlt sich jedoch, jedes Pferd von Zeit zu Zeit auf einige Tage an die Oberfläche zu bringen, denn es scheint, dass das gänzliche Fehlen des Tageslichtes nachtheilige Folgen haben kann.

Das Ein- und Ausfördern der Pferde durch seigere Schächte geschieht am besten mittelst besonderer oder der gewöhnlichen Fördergerippe, in welche die Pferde einfach hineingeführt werden.

535. Ermittelung der Förderkosten. — Um eine Förderung in ökonomischer Hinsicht beurtheilen und mit einer anderen vergleichen zu können, muss man die Kosten für einen bestimmten Einheitssatz berechnen. Wenn z. B. in einer Grubenabtheilung 3 Pferde täglich 60 t auf 1000 m Länge, in einer anderen hingegen 2 Pferde 150 t auf 200 m Länge transportiren und nun gefragt wird, welche Förderung die ökonomischere sei, so müssen für beide Fälle zunächst die Kosten pro Fördereinheit berechnet werden, nämlich diejenigen Kosten, welche für den Transport einer Mengeneinheit auf eine bestimmte Länge erwachsen.

Wir wollen als Fördereinheit den Transport einer Tonne auf 100 m Entfernung annehmen und diese Einheit mit T^{100} bezeichnen.

536. Wenn die Förderung von einem einzigen Anhängepunkte kommt, so ist die Berechnung sehr einfach. Der Anhängepunkt liege beispielsweise 600 m vom Schachte und liefere 250 t. Die Zahl der Fördereinheiten wird dann ausgedrückt durch die Gesammtförderleistung (Product aus Quantum und Länge), dividirt durch die Leistung pro Fördereinheit (1 t × 100 m), also durch

$$\frac{250 \,.\, 600}{1 \,.\, 100} = 1500\ T^{100}.$$

Wenn zur Bewältigung dieser Leistung 6 Pferde nöthig sind, so ist die Leistung jedes Pferdes

$$e = \frac{1500}{6} = 250\ T^{100},$$

ein Pferd leistet also in diesem Falle in der Schicht soviel Arbeit, als erforderlich sein würde, um 250 t 100 m weit zu transportiren.

Für die beiden oben angeführten Beispiele findet man:

1. Beispiel.

Anzahl der Fördereinheiten $\frac{60 \,.\, 1000}{1 \,.\, 100} = 600\ T^{100}$;

Leistung eines Pferdes . . $\frac{600}{3} = 200\ T^{100}$;

2. Beispiel.

Anzahl der Fördereinheiten $\frac{150 \,.\, 200}{1 \,.\, 100} = 300\ T^{100}$;

Leistung eines Pferdes . . $\frac{300}{2} = 150\ T^{100}$.

Die erstere Förderung ist sonach die billigere.

537. Es bleibt nun nur die Gesammtsumme der Förderkosten durch die Anzahl der Fördereinheiten zu dividiren, um die Kosten pro Fördereinheit zu erhalten.

Angenommen also, dass bei dem vorstehenden Beispiel, wo 6 Pferde 250 t auf 600 m transportirten, also 1500 T^{100} leisteten, die Förderkosten (Fütterung und Wartung der Pferde, Amortisation ihrer Anschaffungskosten, Lohn des Bedienungspersonals u. s. w.) sich auf 60 Mk. täglich belaufen, so sind die Kosten pro Fördereinheit:

$$d = \frac{60}{1500} = 0{,}04 \text{ Mk.}$$

Dies ist die einzige Methode, um verschiedene Förderungen in Bezug auf die Kosten mit einander zu vergleichen.

538. Der auf solche Weise sich berechnende Preis pro Fördereinheit kann je nach der Ladung und der Construction der Wagen, dem Durchmesser der Räder, der Gleichmässigkeit und dem Gefälle der Förderbahnen, der Länge des Weges u. s. w. in sehr weiten Grenzen schwanken. Die Erfahrung scheint zu lehren, dass bei einer befriedigend eingerichteten Pferdeförderung ein Pferd täglich 300 T^{100} leisten muss.

Ueber Tage werden weit grössere Leistungen erzielt, aber in der Grube sind die Bedingungen bekanntlich immer viel ungünstiger.

539. Für Handförderung stellt man eben solche Rechnungen an. Dividirt man die in obiger Weise erhaltene Anzahl der Fördereinheiten durch die Zahl der Schlepper, so erhält man die Leistung eines Schleppers. Dividirt man die Gesammtkosten durch die Anzahl der Fördereinheiten, so erhält man den Preis pro Fördereinheit.

Es ist bereits erwähnt, dass unter guten Verhältnissen ein Schlepper in der Schicht 50 bis 60 t auf 100 m transportiren kann.

540. Es soll nunmehr der Fall mehrerer Anhängepunkte mit ungleichen Kohlenmengen und in ungleichen Entfernungen vom Schachte betrachtet werden.

Ein erster Anhängepunkt liege d_1 Meter vom Schachte entfernt, liefere t_1 Tonnen und werde von n_1 Pferden bedient. Bei einem zweiten seien diese Zahlen d_2, t_2 und n_2, bei einem dritten d_3, t_3 und n_3 u. s. w.

Die Gesammtzahl der Fördereinheiten ist dann:

$$Q^{T100} = \frac{d_1 t_1 + d_2 t_2 + d_3 t_3 + \cdots}{100} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

und die Leistung eines Pferdes wird ausgedrückt durch:

$$e = \frac{Q^{T100}}{n_1 + n_2 + n_3 + \cdots} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2)$$

Wenn nun S die Gesammtausgabe für die fragliche Pferdeförderung ist, so kostet 1 t auf 100 m:

$$d = \frac{S}{Q^{T100}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3)$$

Um die Einfachheit dieser Formeln noch augenfälliger zu machen, mag ein Beispiel durchgerechnet werden.

Eine Grube producirt täglich 345 t, von denen

150 t	am Punkte Nr.	1,	800 m	vom Schachte,		
120 t	„ „	„ 2,	500 „	„	„	und
75 t	„ „	„ 3,	1100 „	„	„	

der Pferdeförderung übergeben werden.

Es wird bedient:

Punkt Nr.	1	durch 4	Pferde,
„ „	2	„ 3	„
„ „	3	„ 2	„
	Summa	9	Pferde.

Die Zahl der Fördereinheiten ist nun:

$$Q^{T100} = \frac{d_1 t_1 + d_2 t_2 + d_3 t_3}{100}$$

$$= \frac{800 \,.\, 150 + 500 \,.\, 120 + 1100 \,.\, 75}{100} = 2625\, T^{100}.$$

Die Leistung eines Pferdes ist:

$$e = \frac{Q^{T100}}{n_1 + n_2 + n_3} = \frac{2625}{9} = 292\, T^{100},$$

also ziemlich befriedigend.

Wenn die Gesammtausgabe hierfür 80 Mk. pro Tag beträgt, so kostet 1 t auf 100 m:

$$d = \frac{S}{Q^{T100}} = \frac{100}{2625} = 0{,}032 \text{ Mk.}$$

541. Auf diese wichtigen Daten wird meist zu wenig Werth gelegt, obgleich ihre Berechnung, wie gezeigt worden, äusserst einfach ist. Um alle Bedingungen, unter denen die Förderung sich vollzieht, sowie die Schwankungen, denen dieselben unterworfen sind, gut übersehen zu können, braucht man nur etwa jeden Monat eine Tabelle aufzustellen, die z. B. bei Handförderung folgendermaassen aussehen würde:

Bezeichnung der Anfangspunkte	Förderlängen	Fördermengen	Anzahl der Fördereinheiten (T 100 m)	Anzahl der Schlepper	Gezahltes Lohn	Leistung pro Schlepper	Kosten pro Fördereinheit	Bemerkungen

Dies ist das einzige Mittel, um mehrere unter verschiedenen Bedingungen umgehende Förderungen in ökonomischer Hinsicht mit einander zu vergleichen.

542. Förderung unter Benutzung der Schwerkraft. — Das Eigengewicht der Massen wird beim Grubenbetriebe zur abwärtsgehenden Förderung benutzt, und zwar in geneigten Strecken, sogenannten Bremsbergen oder flachen Bremsschächten, oder in verticalen Verbindungsbauen, sogenannten seigeren Bremsschächten.

Bei diesen Vorrichtungen wird das überschüssige Gewicht des geladenen Wagens dazu benutzt, den leeren hinaufzuziehen. Die Geschwindigkeit wird dabei durch Bremswerke geregelt.

543. Bremsberge. — Die einfachsten Bremsberge bestehen aus einer geneigten Strecke mit doppelter Förderbahn (Fig. 243). Am oberen Ende befindet sich ein Rad, um welches ein Seil oder eine Kette läuft. Oben wird ein geladener, unten ein leerer Wagen angehängt. Der erstere wird auf die schiefe Ebene gestossen und zieht nun durch sein Gewicht das Seil um die Scheibe herum und somit den leeren Wagen nach oben. Eine auf die Seilscheibe wirkende Bremse dient

dazu, die Bewegung zu reguliren. Der Bremsberg läuft oben und unten auf horizontale Wendebühnen aus, auf welchen die Wagen um-

Fig. 243.

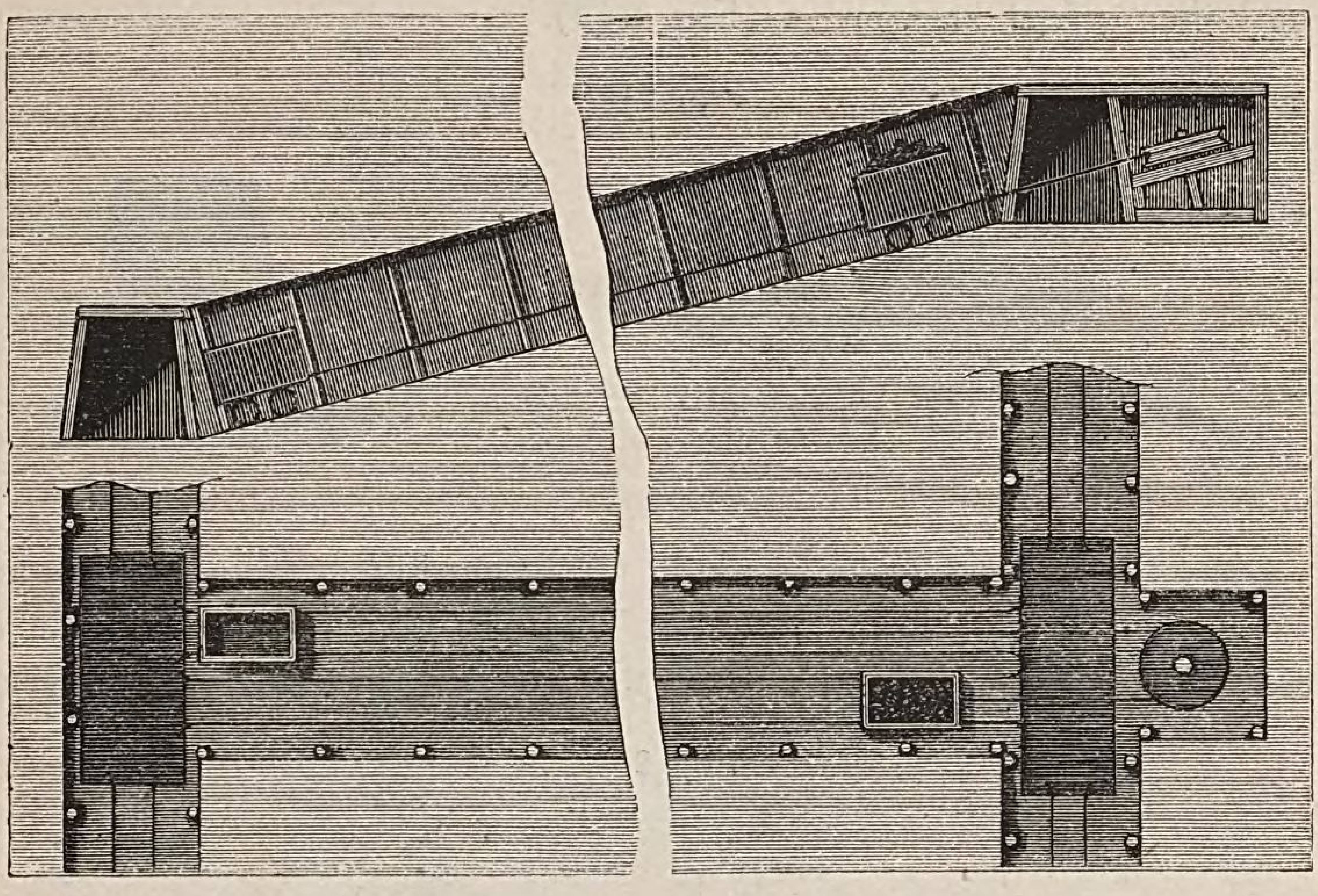
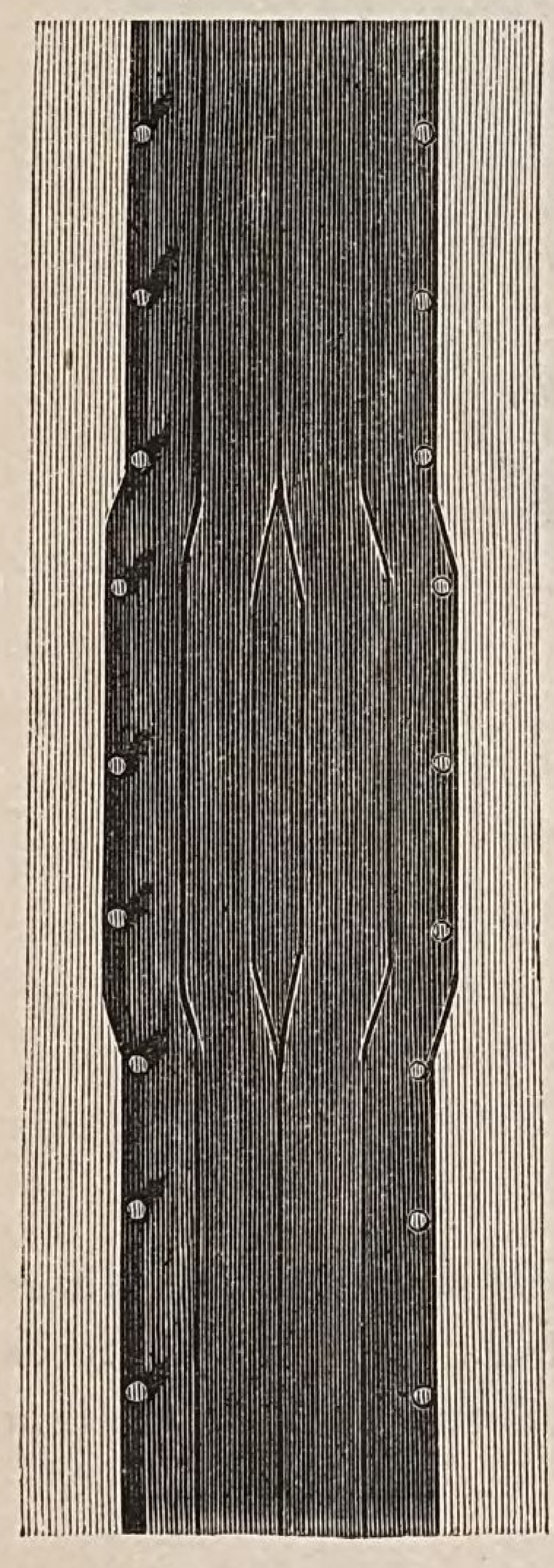


Fig. 244.



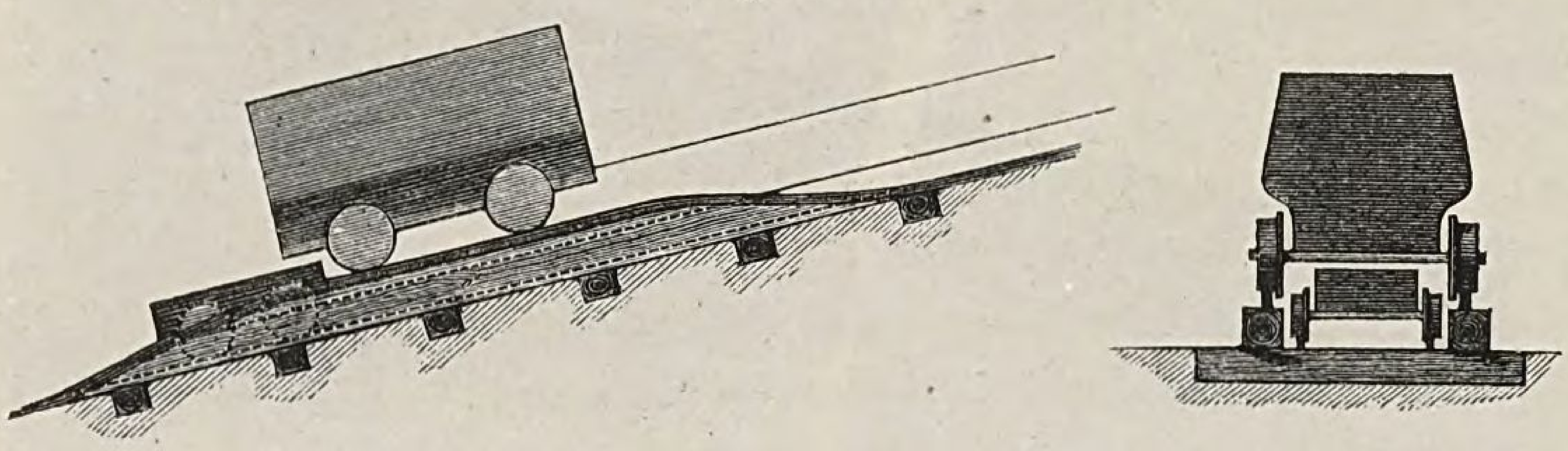
gewendet und an-, beziehungsweise abgehängt werden. Diese beiden Endstationen sind durch Signalvorrichtungen mit einander verbunden.

544. Um an Breite des Bremsberges zu sparen, kann man auch die in Fig. 244 dargestellte Disposition wählen. Hier sind nur an der Begegnungsstelle vier Schienen, auf der ganzen übrigen Länge jedoch nur drei Schienen vorhanden, von denen also die mittlere für beide Geleise gemeinsam ist. Empfehlenswerth ist diese Einrichtung indessen nicht, auch ist der gewonnene Raum nur unbedeutend.

Es giebt auch einspurige Bremsberge. Der geladene Wagen zieht hierbei statt des leeren zunächst ein Gegengewicht herauf und dieses erst bewirkt durch sein demnächstiges Niedergehen das Aufholen des leeren Wagens. Die Schwere des Gegengewichts muss deshalb zwischen dem Gewicht eines geladenen und demjenigen eines leeren Wagens in der Mitte stehen. Es besteht gewöhnlich aus einer Gusseisenmasse, welche auf Rädern entweder seitlich oder, besser, innerhalb des Wagengeleises auf-

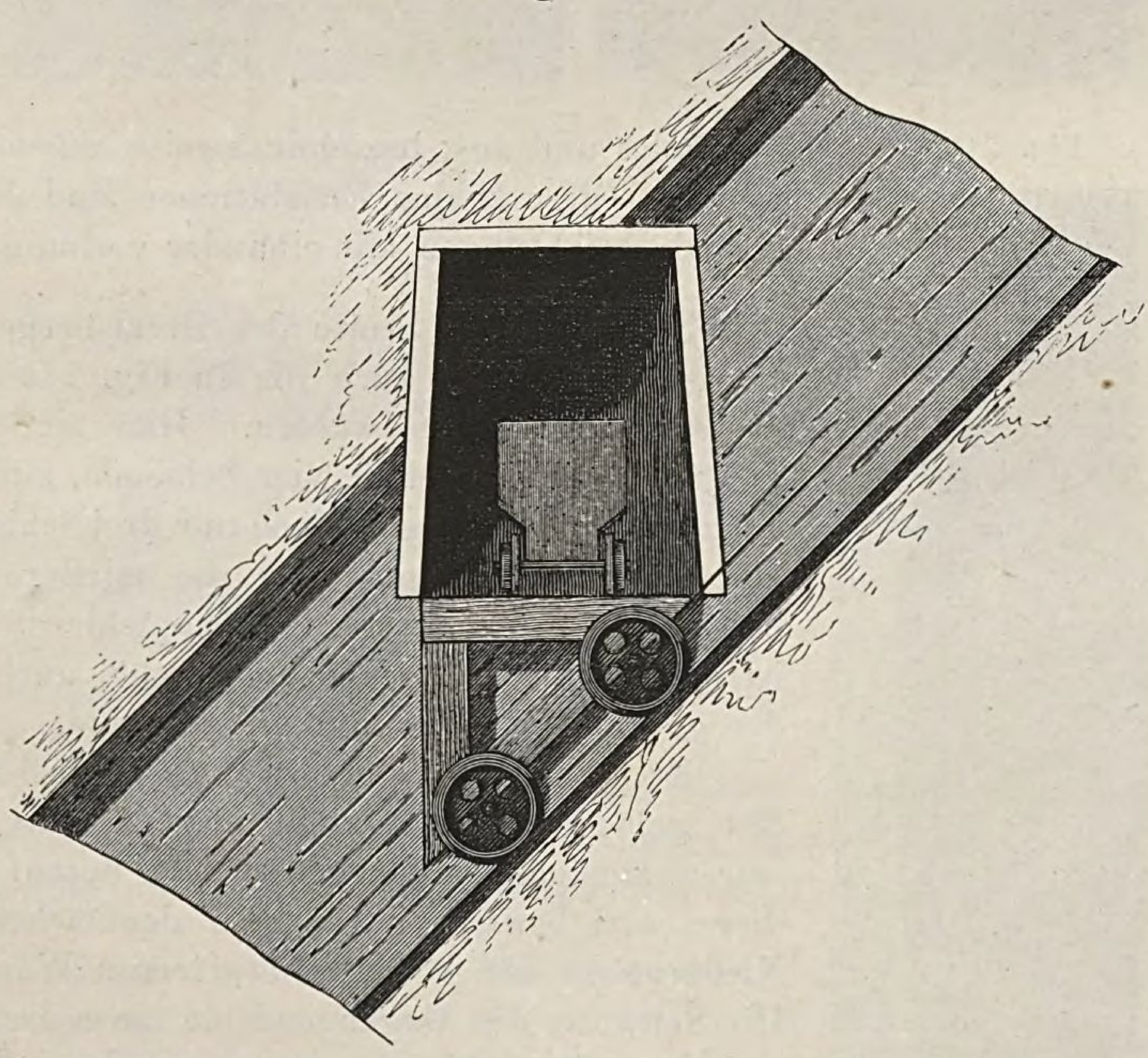
und abläuft. Wenn der Raum unter dem Wagen zu niedrig für das Durchpassiren des Gegengewichtes ist, so brauchen nur an der Begegnungsstelle die äusseren Schienen durch untergelegte Längsschwellen etwas höher gelegt zu werden (Fig. 245).

Fig. 245.



Diese Bremsbergförderung mit Gegengewicht verlangt ein nicht zu schwaches Flötzfallen, da sowohl beim Aufgange des geladenen als beim Niedergange des leeren Wagens nur die Hälfte der Gewichtsdifferenz

Fig. 246.



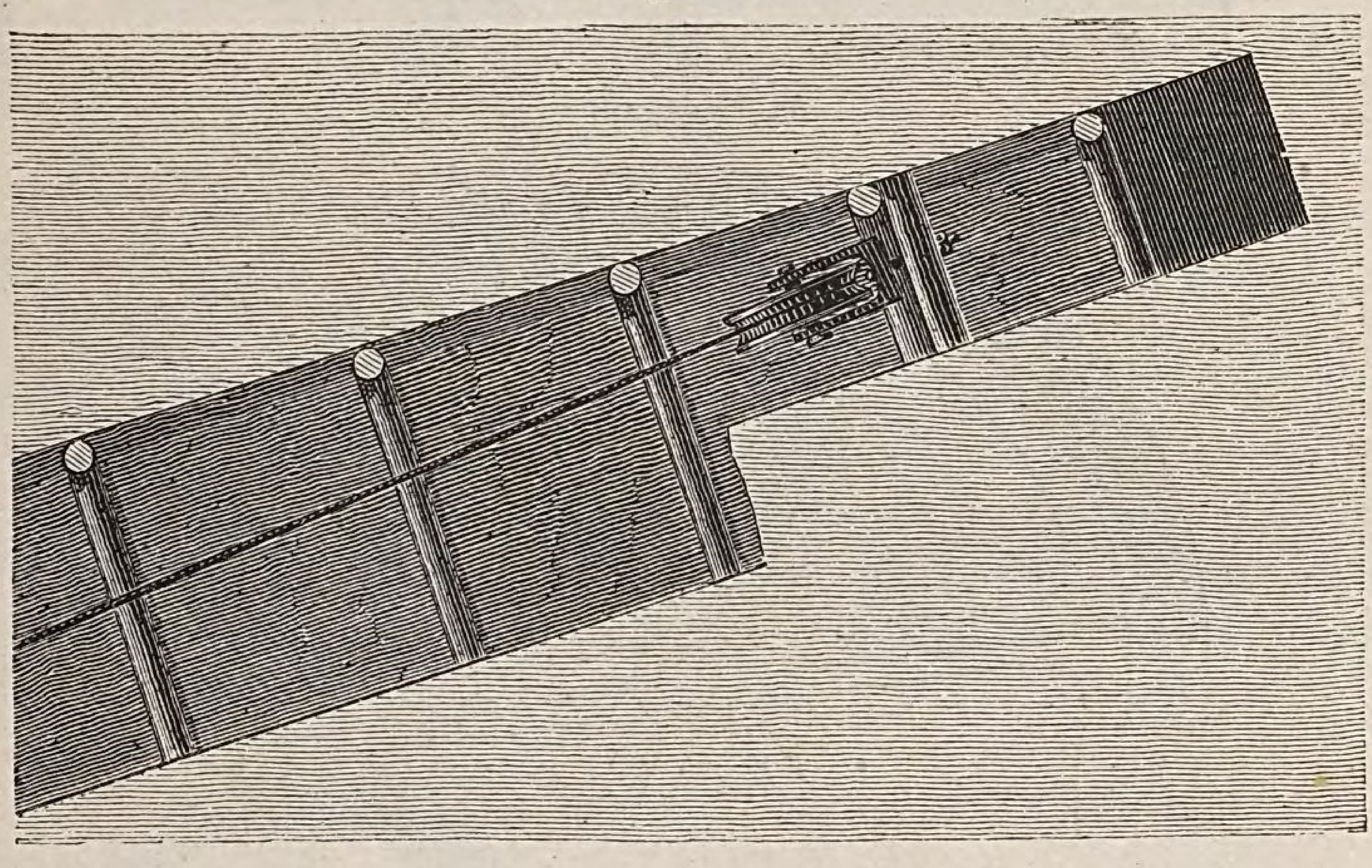
zwischen einem geladenen und einem leeren Wagen zur Ueberwindung der Widerstände disponibel ist. Auch geht sie, falls die Wagen direct ans Seil angehängt werden, langsamer, als die Förderung auf doppeltem Wagengeleise.

Anders liegt die Sache jedoch, wenn bei stärkerem Einfallen besondere Fördergestelle angewendet werden, welche dauernd am Seile angeschlagen bleiben, auf Rädern in dem Bremsberge auf- und ablaufen und auf welche die Wagen quer zur Bremsbergaxe einfach aufgeschoben werden (Fig. 246). In diesem Falle ist die Förderung auch mit Gegengewicht eine sehr flotte.

Wenn ein Bremsberg mehrere auf ihn ausmündende horizontale Abbau- oder Strebstrecken zu bedienen hat, so ist die Anwendung solcher Fördergestelle mit Gegengewicht die einzig geeignete Methode.

545. Der am oberen Ende des Bremsberges anzubringende Mechanismus kann ebenfalls verschieden eingerichtet sein.

Fig. 247.



Für sehr geringe Längen und kleine Förderlasten genügt eine einfache Rolle, welche mittelst eines Bügels an einem rechtwinkelig zur Flötzebene gestellten Stempel befestigt ist (Fig. 247). Diese oder eine ähnliche Einrichtung ist besonders dann gebräuchlich, wenn sie keine stationäre ist, z. B. wenn sie zur directen Förderung aus einer schwebenden Strebe oder Abbaustrecke dient. Andernfalls kann man das Rad auf einem Gerüst nach Art der Fig. 248 (a. f. S.) verlagern.

Wenn in Folge grösserer Länge oder starker Neigung des Bremsberges oder in Folge grösserer Nutzlast die zu übertragende Kraft bedeutend ist, so tritt die Möglichkeit ein, dass das Seil auf der Peripherie der Scheibe gleitet, die Bremse also ihre Einwirkung auf die Bewegung der Förderwagen verliert. Es kann dann zu einer der folgenden Einrichtungen geschritten werden.

Man kann das Gleiten des Seiles vermeiden, indem man die Scheibe mit einer tiefen, conischen Nuth versieht, in welche das Seil

Fig. 248.

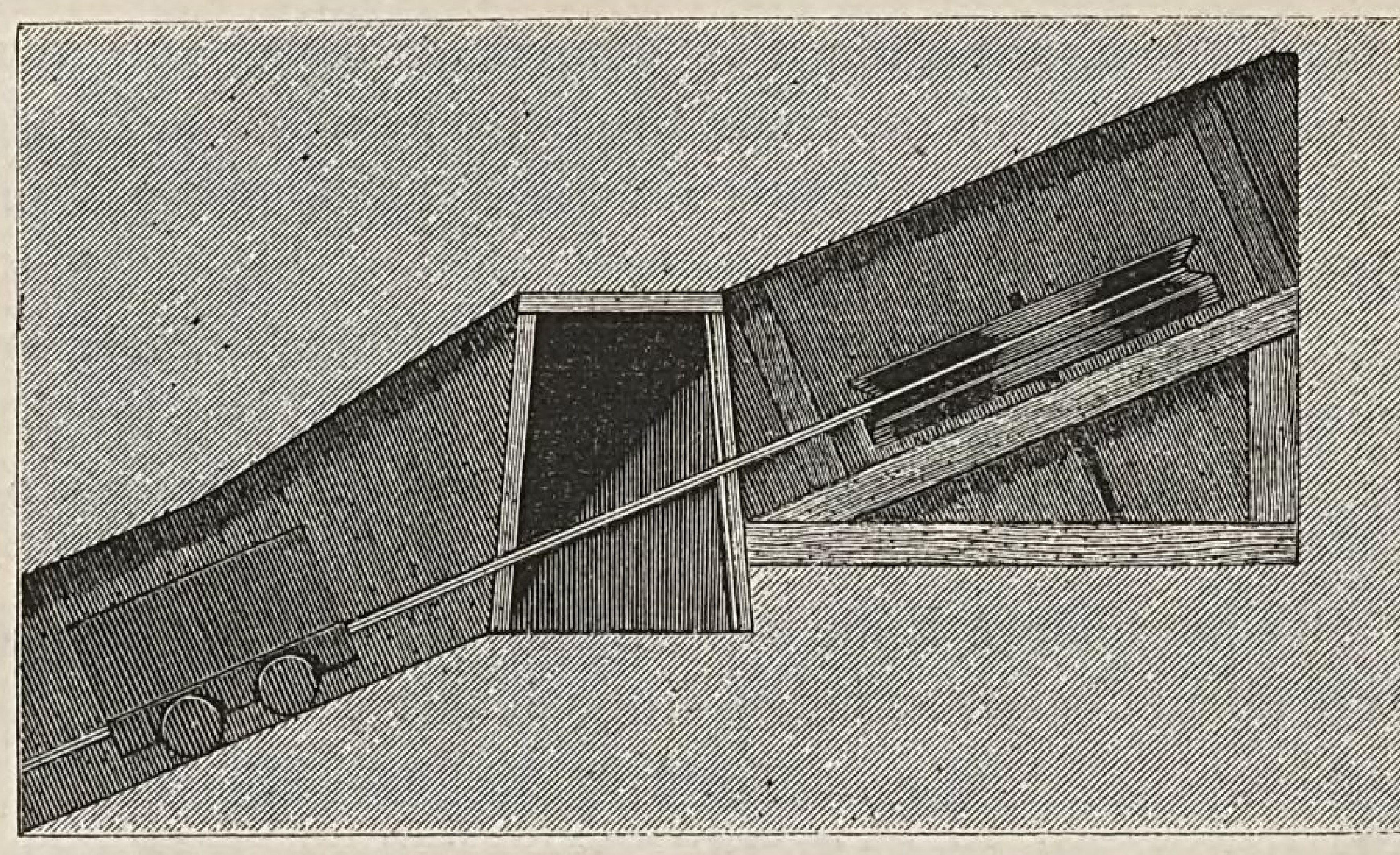


Fig. 249.

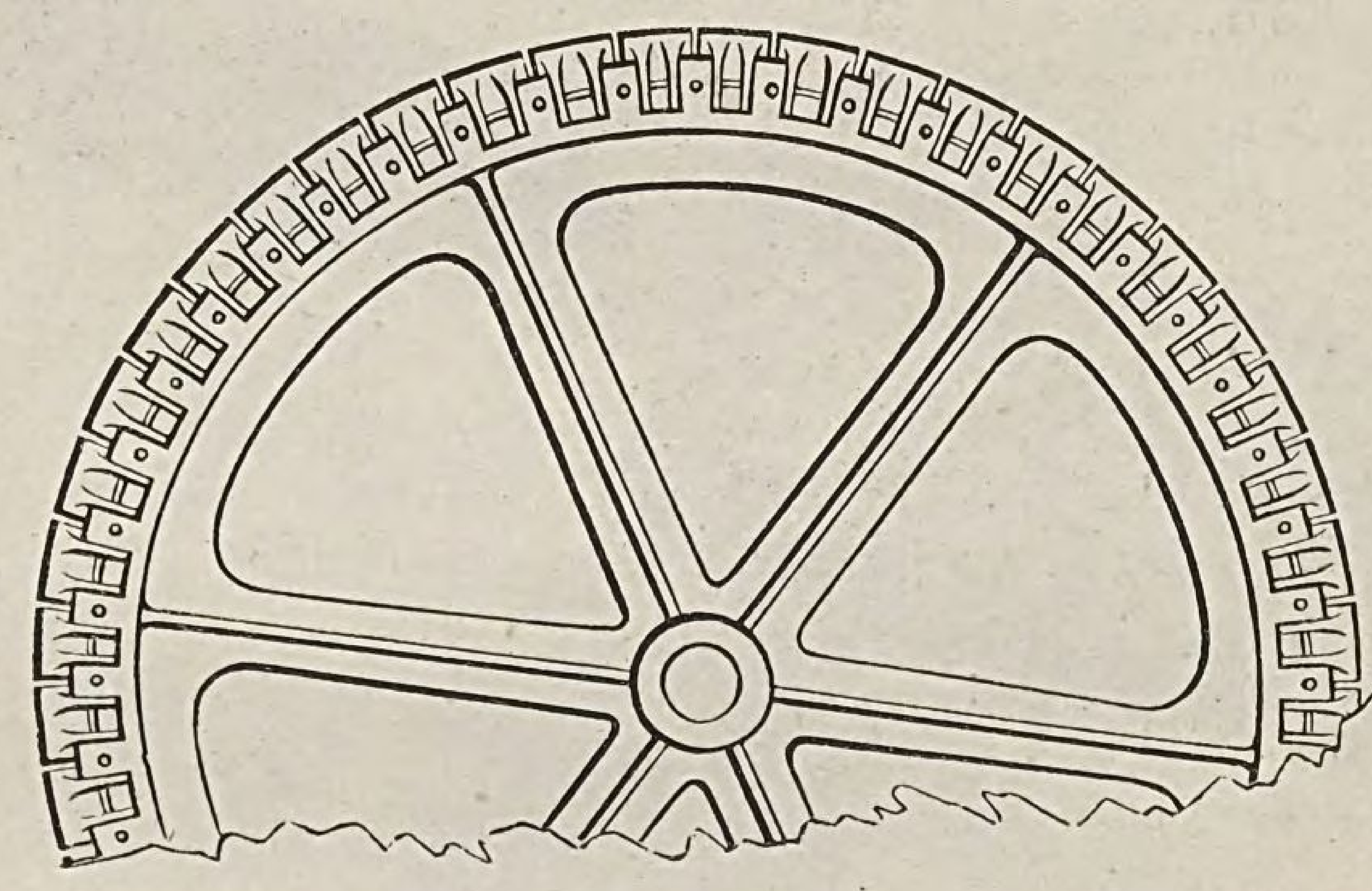
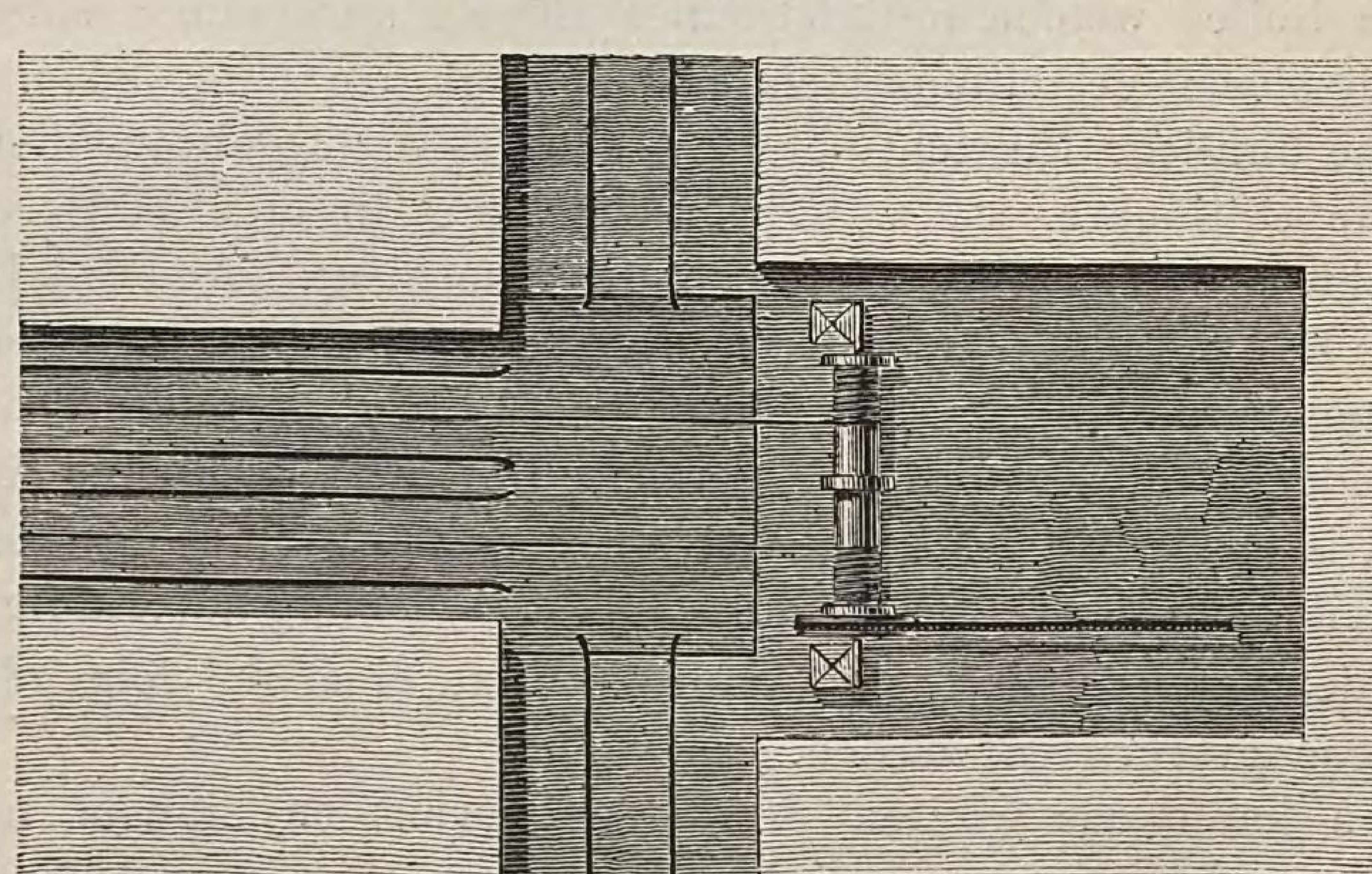
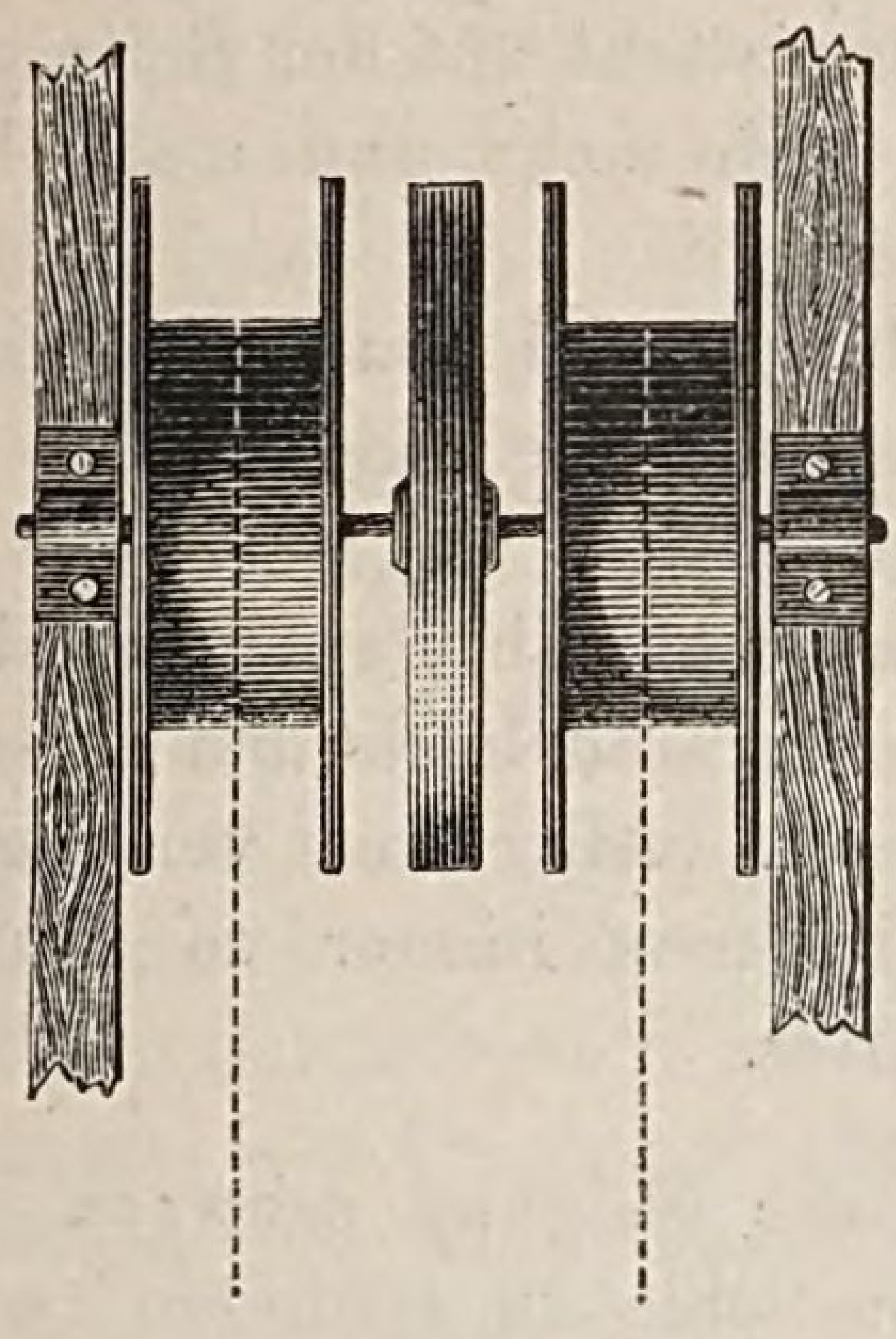


Fig. 250.



sich einklemmt. Am wirksamsten ist in dieser Beziehung die Fowler'sche Klappenscheibe (Fig. 249), bei welcher das Seil zwischen Klemmbacken festgehalten wird, und zwar um so fester, je grösser der Zug in demselben ist.

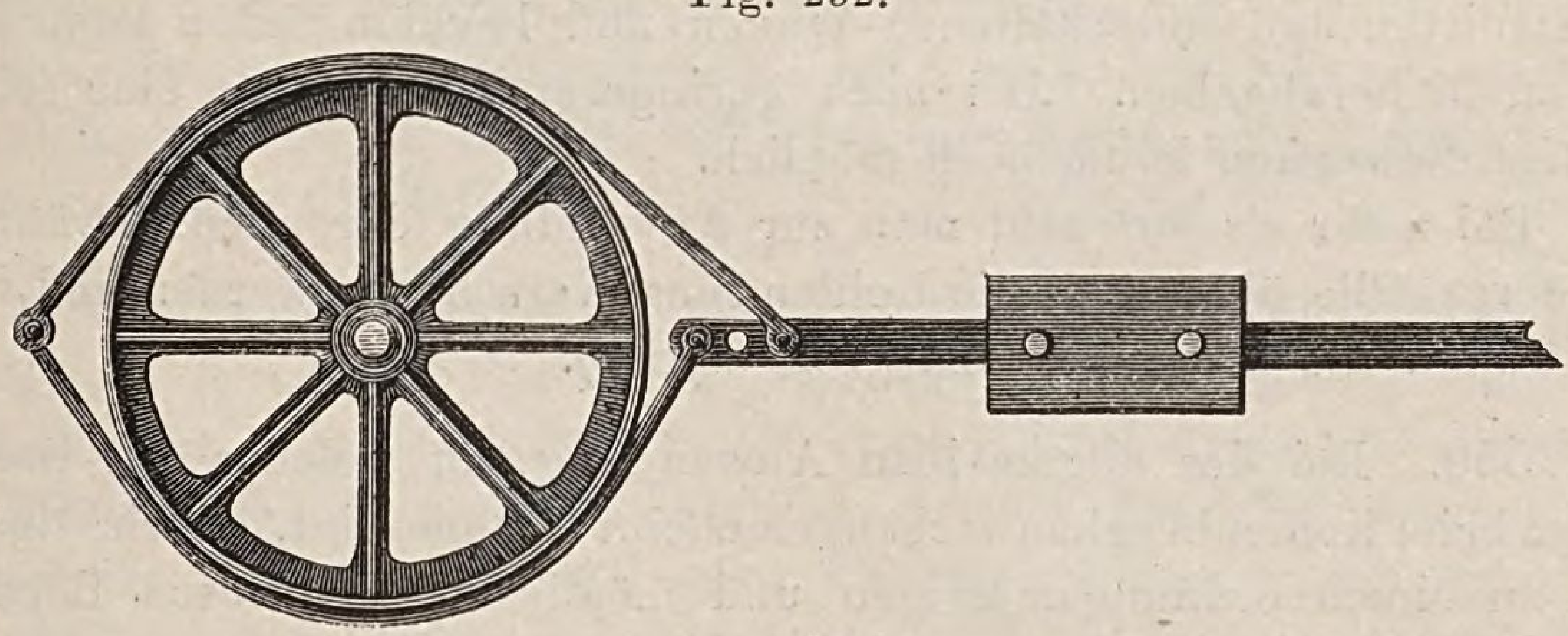
Fig. 251.



Das beste Mittel für Bremsberge ist jedoch die Anwendung von Haspelwellen (Fig 250) oder, für grössere Längen, förmlicher Seilkörbe (Fig. 251). Auf letztere können ihres grösseren Durchmessers wegen sehr beträchtliche Seillängen aufgewickelt werden, ein Gleiten ist natürlich auch bei noch so grosser Last unmöglich, da jedes Seilende an seiner Trommel befestigt ist.

546. Bei diesen verschiedenen Apparaten besteht die eigentliche Bremse aus einer auf die Axe der Seilrolle, beziehungsweise der Seiltrommeln aufgekeilten Scheibe, auf deren platten Rand ein Bremsklotz oder ein Bremsring einwirken kann. Die letzteren werden durch einen ein- oder zweiarmigen Hebel, nöthigenfalls durch ein System von Hebeln in Thätigkeit gesetzt. Das Andrücken der bremsenden Theile an die Bremsscheibe geschieht entweder durch ein Gewicht, welches der Arbeiter

Fig. 252.



anheben muss, um die Förderung in Gang zu bringen (Fig. 252), oder direct durch die Kraft des Bremsers. Die erstere Methode ist besser, weil bei ihr die Bremse für gewöhnlich geschlossen ist und daher Unglücksfälle durch Unachtsamkeit des Bremsers nicht so leicht vorkommen können.

547. Zur Vermittelung der Bewegung kann man Ketten, Hanf- oder Aloëseile, sowie runde Eisen- oder Stahldrahtseile benutzen.

Ketten sind nur für geringe Längen zu gebrauchen. Für ausgedehntere Bremsberge werden sie zu schwer und machen dadurch die Bewegung zu ungleichmässig. Im Anfange muss der geladene Wagen den leeren Wagen und das ganze Gewicht der Kette heraufziehen, gegen Ende hingegen hilft das ganze Kettengewicht auf der Seite des geladenen Wagens, so dass die Bewegung sich mehr und mehr beschleunigt und dadurch gefährlich wird.

Hanf- und Aloëseile sind leichter und biegen sich um verhältnissmässig kleine Rad- oder Trommeldurchmesser. Sie sind jedoch in Bremsbergen zu sehr dem Verschleisse ausgesetzt.

Runde Drahtseile, besonders solche aus Stahldraht, sind für den in Rede stehenden Zweck am geeignetsten. Sie sind leicht bei grosser Zugfestigkeit und nutzen sich nur langsam ab. Allerdings verlangen sie ziemlich grosse Biegungsradien, weshalb man immer so grosse Trommeln wählt als es der Raum nur gestattet.

548. Wenn der Bremsberg lang und die Neigung schwach ist, müssen die Seile verhindert werden über die Sohle zu schleifen, weil dies die Bewegung bremsen und ausserdem zum schnellen Verschleisse der Seile führen würde. Man bringt daher zwischen den Schienen Rollen von nicht zu kleinem Durchmesser an, deren Axenlager gut in der Schmiere zu halten sind.

549. Das Minimum des Neigungswinkels, bis zu welchem ein Bremsberg noch möglich ist, hängt bis zu einem gewissen Grade von der Vollkommenheit der Einrichtung ab. Bei guter Förderbahn, gut construirten und unterhaltenen Wagen und leichten Seilen kann man bis zu 5^0 herabgehen. Bei noch geringerer Neigung ist eine selbstthätige Bewegung kaum noch möglich.

Bei mehr als 30^0 geht man zur Anwendung der oben erwähnten Fördergestelle über, weil die Kohlen sonst verschüttet werden und auch die Gefahr des Entgleisens zu gross wird *).

550. Bei der allgemeinen Anwendung, in welcher die Bremsberge beim Kohlenbergbau stehen, erscheint es angezeigt, die wichtigsten der zu einem ordnungsmässigen und möglichst gefahrlosen Betriebe derselben dienenden Maassregeln hier aufzuführen:

Auf das Gestänge ist besondere Sorgfalt zu verwenden. Man nehme starke Schienen und verlasche deren Stösse, damit die mit der oft bedeutenden Fördergeschwindigkeit verbundene Gefahr des Entgleisens vermindert wird. Die ganze Förderbahn ist in gutem Zustande und die Leitrollen gut in der Schmiere zu halten.

*) Wenn der Bremsberg mehrere Anschlagepunkte über einander besitzt, geht man schon bei flacherem Einfallen zu Fördergestellen über. L.

Zur Schonung der Förderwagen empfiehlt es sich sehr, die Winkel, welche die schiefe Ebene mit den oben und unten sich anschliessenden horizontalen Wendebühnen bildet, sanft abzurunden. Auf diese Weise werden die Stösse und Rucke, mit denen sonst das Auflaufen der Förderwagen auf die Bühnen verbunden ist, vermieden.

Es müssen geeignete Signalvorrichtungen vorhanden sein, mit denen deutliche, nicht misszuverstehende Signale gegeben werden können.

Wenn der Bremsberg gleichzeitig zur Fahrung dient, so muss er breit genug sein, um neben der Förderbahn einen sicheren Fusssteig zu gewähren *).

Die Bremsseile sind sorgfältig zu revidiren, da plötzliche Seilbrüche allerlei Schaden, sowie Aufenthalt in der Förderung herbeizuführen pflegen. Zuweilen, besonders wenn aus im Abhauen begriffenen einfallenden Strecken gefördert wird, wobei die Arbeiter ohne sichere Deckung am Fusse der schiefen Ebene arbeiten, hängt man, zur Vermeidung von Unglücksfällen durch Seilbruch, an die Hinterseite des aufwärtsgehenden Wagens eine Gabel an, welche in geneigter Stellung auf der Sohle nachschleift und beim etwaigen Zurückgehen des Wagens sich sogleich feststemmt und diesen abfängt. Bei eigentlichen Bremsbergen ist diese Vorkehrung jedoch wenig gebräuchlich und wird auch besser durch eine desto grössere Sorgfalt hinsichtlich der Förderseile ersetzt.

Der unten befindliche Anschläger muss unter allen Umständen eine Deckung gegen etwa frei herabrollende Förderwagen erhalten. Zu diesem Behufe muss, wenn in Folge der örtlichen Disposition kein seitlicher Raum sich abzweigt, eine Nische im Stoss angebracht werden, in welche sich der Anschläger, sobald er das Signal zum Aufholen gegeben hat, zurückzieht.

551. Die Schwerkraft wird auch zum Betriebe seigerer Bremsschächte benutzt. Das Princip ist hierbei dasselbe wie bei den Bremsbergen. In dem Schachte gehen zwei durch Leitungen geführte Förderkörbe (Fördergerippe) auf und nieder. Dieselben hängen an einem oder auch je an einem über eine Seilscheibe, beziehungsweise eine Seiltrommel laufenden Förderseile. Wenn der eine Korb oben ist und den geladenen Wagen aufnimmt, befindet sich der andere unten und nimmt den leeren Wagen auf. Eine Bremse regulirt die Geschwindigkeit der Bewegung.

*) Nach den preussischen Bergpolizeibestimmungen müssen, sobald der Bremsberg mehrere Betriebspunkte bedient, abgetrennte Fahrabtheilungen oder ganz besondere Fahrschächte (Fahrstrecken) vorhanden sein. In jedem Falle muss während der Befahrung eines Bremsberges die Förderung in demselben gänzlich ruhen. L.

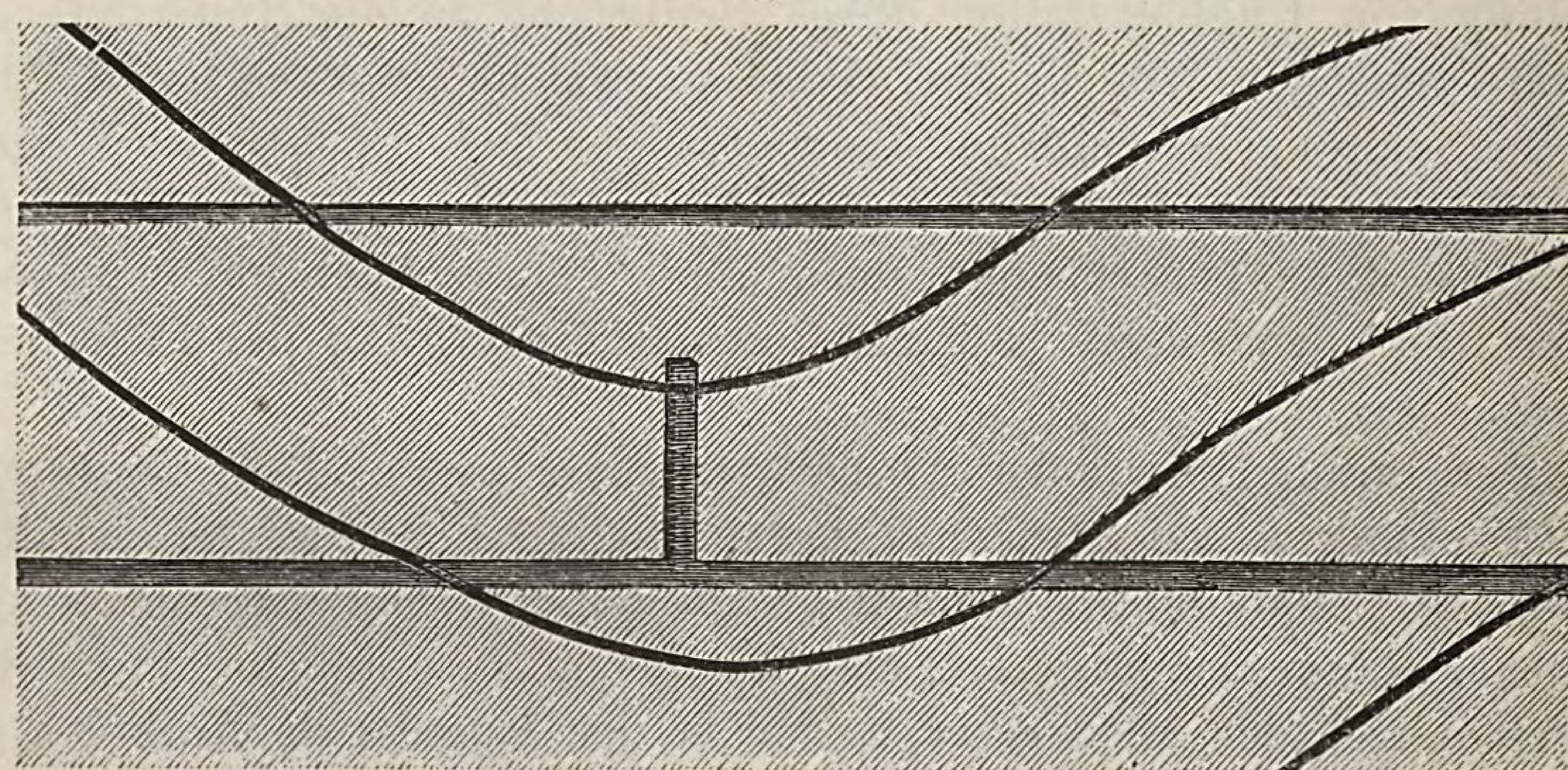
Wenn die Bremshöhe nicht bedeutend ist, kann man eine Seilscheibe mit breiter Nuth anwenden, um welche das Seil zur Verhinderung des Gleitens anderthalbmal geschlungen wird. Für grössere Höhen, bei mehr als 10 m etwa, sind besondere Bobinen oder Seiltrommeln vorzuziehen. Dieselben werden seitwärts von der Schachtaxe aufgestellt und lassen die beiden Seile über je eine Seilscheibe laufen. Das Weitere über die Förderkörbe, Seile, Bobinen, Trommeln u. s. w. wird bei der Schachtförderung besprochen werden.

Seigere Bremsschächte kommen in folgenden drei Hauptfällen mit grossem Nutzen zur Anwendung:

1. Wenn man die Kohlen von einer Sohle auf dem kürzesten Wege nach einer tieferen hinabschaffen will, um nicht mehrere Anschlageniveaus am Hauptförderschachte zu haben.

2. Wenn man zur Vermeidung häufiger Querschläge die Sohlenhöhe so bedeutend genommen hat, dass für den Abbau Theilungssohlen

Fig. 253.



nothwendig wurden, von denen man nun die Kohlen auf die Hauptausrichtungssohle hinabfördern muss. Kommt nämlich in diesem Falle der Hauptausrichtungsquerschlag aus dem Liegenden, so werden zwischen ihm und den höheren Theilungssohlen seigere Bremsschächte möglich, welche den Förderweg sehr abkürzen.

3. Wenn die Lagerungsverhältnisse derartig sind, dass gewisse Flötztheile überhaupt nicht auf horizontalem Wege aufgeschlossen werden können (Fig. 253).

Maschinelle Förderung.

552. I. Förderung aus Unterwerksbauen (durch einfallende Strecken oder Gesenke). — Unterwerksbaue heissen solche Baue, welche unterhalb der Fördersohle umgehen, so dass also die in denselben ge-

wonnenen Kohlen zunächst bis auf diese Sohle gehoben werden müssen. Je nach der Ausdehnung des Unterwerksbaues wird nun dieses Hinaufschaffen auf verschiedene Weise bewerkstelligt.

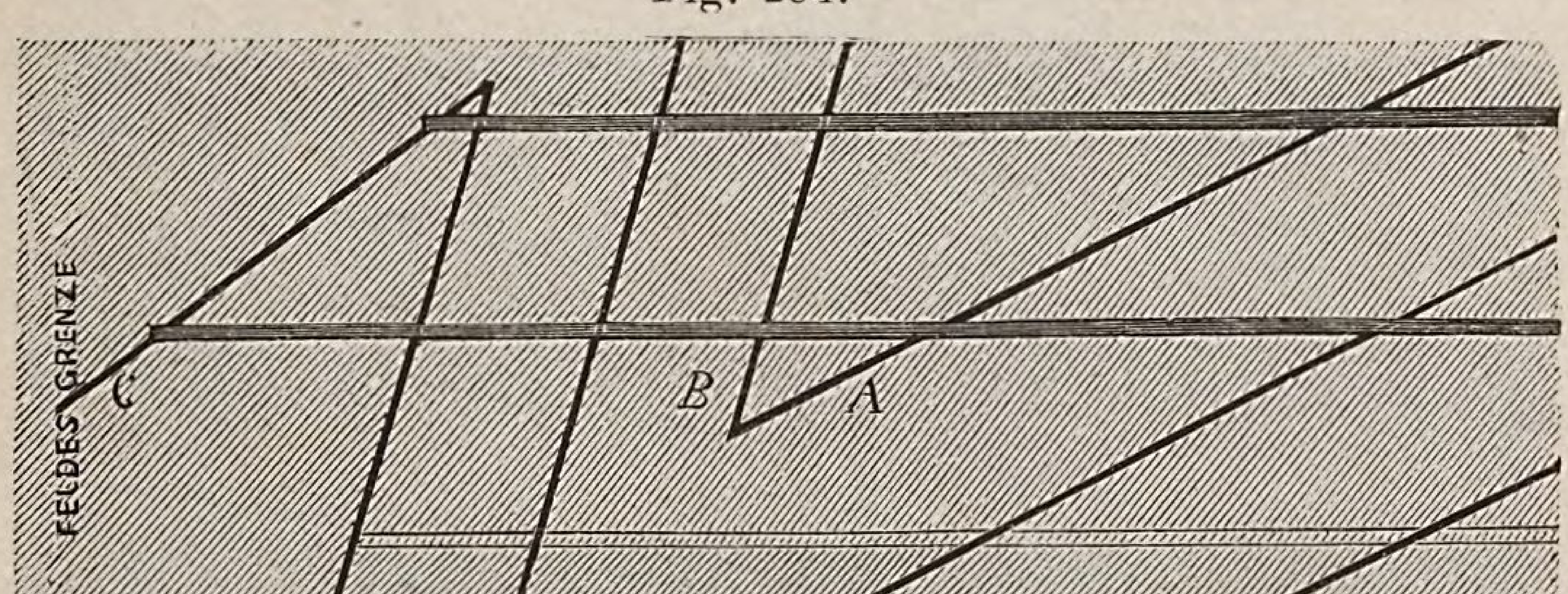
553. Zuweilen ist das zu bewältigende Kohlenquantum nur unbedeutend. Dies ist z. B. der Fall, wenn es sich nur um ein einfaches Abhauen oder eine einzelne Abbaustrecke handelt, welche zur vorläufigen Untersuchung des Flötzverhaltens — um die erhaltenen Resultate bei den weiteren Ausrichtungsarbeiten benutzen zu können — abwärts getrieben wird. Es genügt dann, einen einfachen oder nöthigenfalls einen Vorgelegehaspel, der von Hand gedreht wird, über das Abhauen zu stellen. Das letztere erhält doppelte Förderbahn, damit das Gewicht der heraufkommenden Förderwagen durch dasjenige der hinabgehenden leeren ausgeglichen wird.

Das auf diese Weise zu bewältigende Förderquantum ist sehr beschränkt und natürlich um so geringer, je grösser die Teufe wird. Unter günstigen Umständen kann ein Haspelzieher täglich 140 000 Meterkilogramm leisten. Aus einer Seigerteufe von 20 m können also zwei Mann am Haspel nicht mehr als 14 t fördern.

Jenes Mittel ist denn auch nur für ganz provisorische oder untergeordnete Betriebe, welche die Herstellung von complicirteren Anlagen nicht rechtfertigen würden, gebräuchlich.

554. Unterwerksbau von grösserer Bedeutung kommt vor, wenn einzelne Flötztheile von unten her nur mit unverhältnissmässigen Kosten ausgerichtet werden können. Dieser Fall liegt z. B. für die Flötztheile *A*, *B* und *C* in Fig. 254 vor, welche nur wenige Meter unter die

Fig. 254.



eine Sohle hinabgehen und deren Ausrichtung von der anderen, nächsttieferen Sohle aus zu umständlich und theuer werden würde.

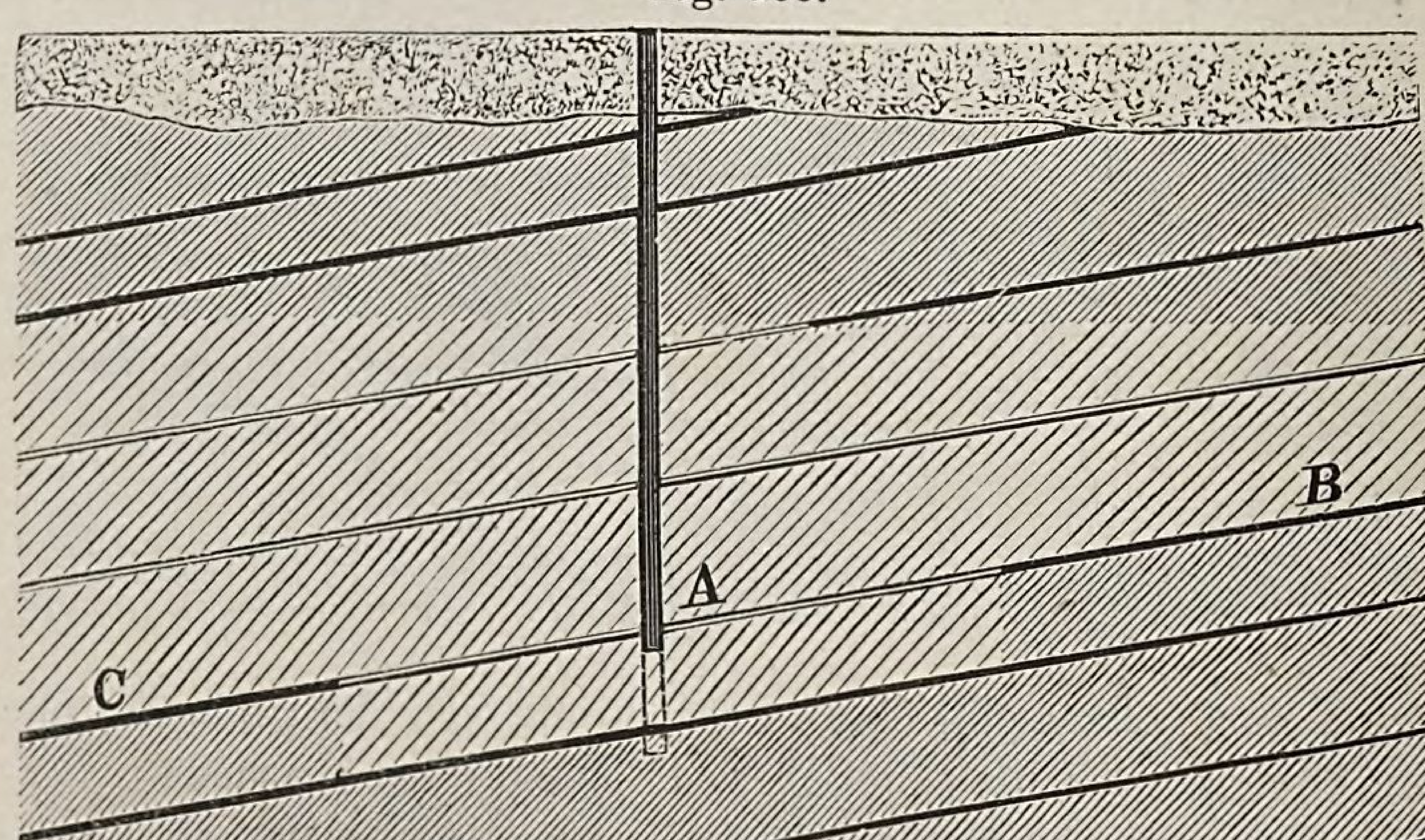
Der Fall, wo man sich nur deshalb zum Unterwerksbau genöthigt sieht, weil die nächst tiefere Sohle nicht zeitig genug bereit gestellt ist, gehört zwar im Effect auch hierher, ist aber als ganz unrationell nicht weiter in Betracht zu ziehen.

Sobald es sich bei dem Unterwerksbau um wirklichen Abbau handelt, genügt die gewöhnliche Haspelförderung nicht mehr. Das nächste Mittel ist dann der Betrieb durch Pferdekraft. Die einfachste hierzu dienende Vorrichtung besteht in einer horizontalen, über dem Abhauen aufgestellten Seilscheibe. Ein Seil, an welches der Wagen angehängt wird, läuft um diese Scheibe und wird von einem in dem zweiten Geleise der einfallenden Strecke abwärts gehenden Pferde gezogen. Vor das Pferd schirrt man den leeren Wagen an, um dessen Gewicht nutzbar zu machen. Bei zu starkem Einfallen würde man das Pferd in der oberen horizontalen Strecke ziehen lassen und den leeren Wagen mit gebremsten (gesperrten) Rädern für sich hinablassen müssen. Statt dieser ganz verwerflichen Methode wendet man dann jedoch andere Mittel an.

Man kann das Pferd auch an irgend einem Göpelwerke arbeiten und dadurch die Förderlast heraufwinden lassen. Diese sonst sehr gebräuchlichen und daher hier keiner näheren Beschreibung bedürfenden Apparate sind indessen im Inneren der Gruben wenig am Platze, da sie grosse Räume erfordern. Wo die Förderung aus einem Unterwerksbaue überhaupt schon besondere Triebwerke nöthig macht, da wendet man lieber gleich m e c h a n i s c h e Motoren an.

Man hat hierzu Dampf-, Wassersäulen- oder Lufthaspel oder endlich auch wirkliche Fördermaschinen. Die Construction aller dieser Maschinen ist sehr mannigfaltig, alle aber beruhen auf dem Princip einer durch den Motor in Umdrehung versetzten Seiltrommel, durch welche der geladene Wagen heraufgewunden wird, während der leere gleichzeitig hinabgeht.

Fig. 255.



555. Eine sehr bedeutende Rolle spielt der systematische Unterwerksbau bei flachliegenden Flötzen. Wenn z. B. in dem durch Fig. 255

dargestellten Falle die Flötze wenig Wasser führen, so kann das aufwärts vom Schachte gelegene Feld AB mittelst Bremsbergförderung, das unterhalb gelegene Feld aber aus einfallenden Strecken mittelst Maschinenförderung abgebaut werden. Auf diese Weise wird das Auffahren langer und theurer Querschläge vermieden. Jede Abtheilung des Unterwerksbaues wird durch eine vollständige Fördermaschine, deren Stärke dem beabsichtigten Förderquantum entspricht, bedient. Auf diese Weise können ganze Züge von Wagen mit beträchtlicher Geschwindigkeit heraufgeholt, also grosse Fördermengen geleistet werden.

Die Maschinen werden je nach den Umständen mit Dampf, Wasser oder comprimirter Luft betrieben. Diese verschiedenen Mittel werden an einer späteren Stelle weiter besprochen werden.

556. II. Maschinelle Streckenförderung. — Während die maschinelle Förderung aus Unterwerksbauen eine sehr einfache Sache ist, bietet die Anwendung von Maschinen zur horizontalen Streckenförderung mannigfaltige Schwierigkeiten. Wo die Verhältnisse ihr günstig sind, z. B. auf den regelmässig gelagerten, mächtigen und ergiebigen Flötzen Englands, hat sie jedoch eine sehr grosse Ausdehnung gewonnen, so dass in dem genannten Lande nur wenige Kohlengruben existiren, auf welchen die unterirdische Förderung anders als auf maschinellem Wege bewerkstelligt wird. Sie wird sich auch für ungünstigere Verhältnisse in dem Maasse weiter Bahn brechen, als die Menschenarbeit theurer wird. Wenn deshalb hier eine ziemlich umfassende Uebersicht über die verschiedenen maschinellen Fördersysteme gegeben werden soll, so kann doch andererseits nicht auf die grosse Anzahl der damit verbundenen Einzelheiten und der örtlichen Variationen eingegangen werden. Unsere Darstellung wird daher noch ein grosses Feld für Specialstudien übrig lassen. Wer praktische Veranlassung hat, sich über maschinelle Streckenförderung näher zu unterrichten, thut übrigens gut, den Augenschein zu Hülfe zu nehmen und im Betrieb befindliche Anlagen der fraglichen Art persönlich zu besichtigen.

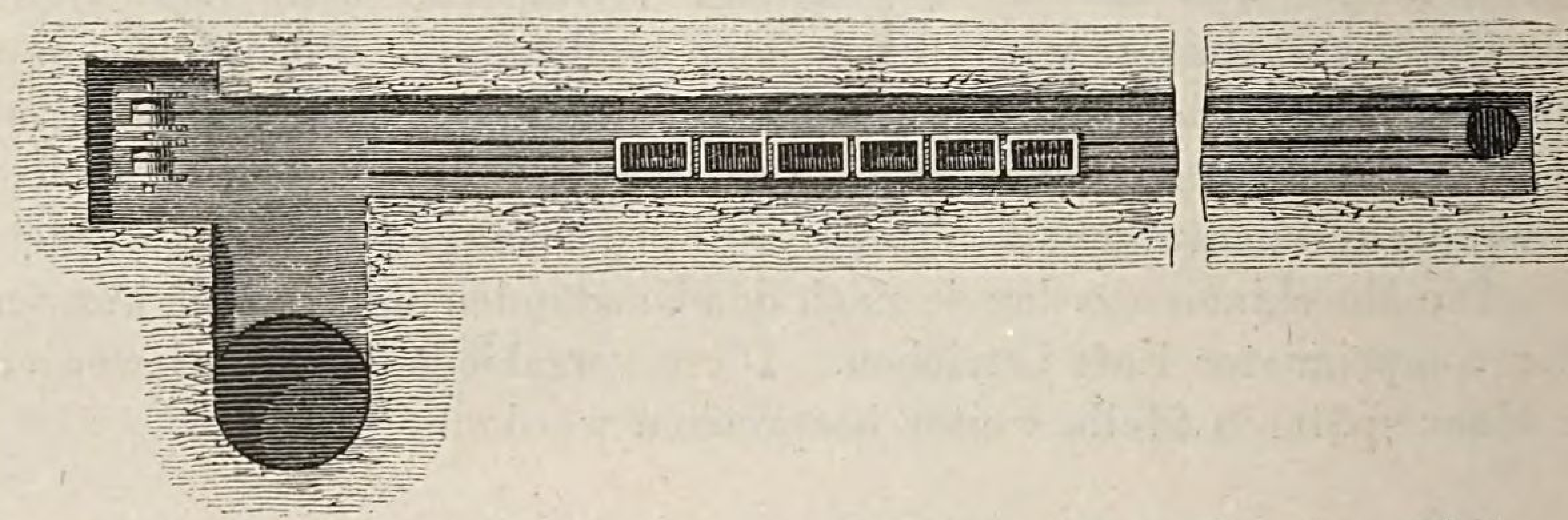
Es lassen sich fünf verschiedene Hauptarten von maschineller Streckenförderung unterscheiden:

557. 1. Förderung mit Seil und Hinterseil. — Diese Methode ist besonders im District von Newcastle zu Hause. Sie besteht darin, dass grössere Wagenzüge mit beträchtlicher Geschwindigkeit an Seilen, welche sich auf Seiltrommeln auf- und abwickeln, hin- und hergezogen werden. Der leere Zug geht auf demselben Geleise zurück, auf welchem der geladene zum Schachte befördert worden ist.

Fig. 256 (a. f. S.) veranschaulicht die Art und Weise, wie diese Bewegung erzielt wird: In der Nähe des Schachtes, in einem eigens

dafür hergestellten Raume, befindet sich eine Dampfmaschine, welche zwei Seiltrommeln in Umdrehung versetzt. Jede dieser Trommeln kann mit den Zahnrädern der Maschine zum Eingriff gebracht werden,

Fig. 256.



während die andere Trommel ausgeschaltet ist. Auf der einen wickelt sich das Hauptseil, auf der anderen das Hinterseil auf, beziehungsweise ab.

Das erstere Seil zieht den geladenen Zug zum Schachte. Es läuft die ganze Strecke hindurch in der Mitte des Geleises über Rollen. Das zweite Seil dient dazu, den leeren Zug feldwärts zurück zu befördern. Zu diesem Zwecke ist es von seiner Trommel aus mittelst Rollen am Streckenstoss entlang geleitet, läuft am Ende der Strecke um eine grosse, horizontale Seilscheibe herum und ist am hinteren Ende des Zuges befestigt.

Das Spiel ist nun leicht zu verstehen: Wenn ein geladener Zug zum Schachte gehen soll, so rückt man das Zahnrad des Hauptseilkorbes vor das Triebrad der Maschine und rückt dagegen den Hinterseilkorb aus. Die Maschine wickelt dann das Hauptseil auf, während das Hinterseil sich von seiner lose mitlaufenden Trommel abwickelt. Um den leeren Zug zurückzufahren, rückt man den Hinterseilkorb ein und den Hauptseilkorb aus. Die Maschine wickelt nun das Hinterseil auf, während das Hauptseil frei abläuft. In England bestehen die Züge gewöhnlich aus 50 bis 60 Wagen und bewegen sich mit einer Geschwindigkeit von 4 bis 5 m in der Secunde.

Während die Seile im Allgemeinen über kleine horizontalaxige Rollen von Gusseisen laufen, müssen sie in Curven besonders geführt werden. In England liebt man zu diesem Zwecke in den Curven etwas grössere verticalaxige Rollen am inneren Streckenstosse anzubringen, in deren Nuth das Seil sich nach dem Passiren des Zuges von selbst einlegt.

Fig. 257 zeigt eine solche Anordnung. Es ist:

C das Hauptseil;

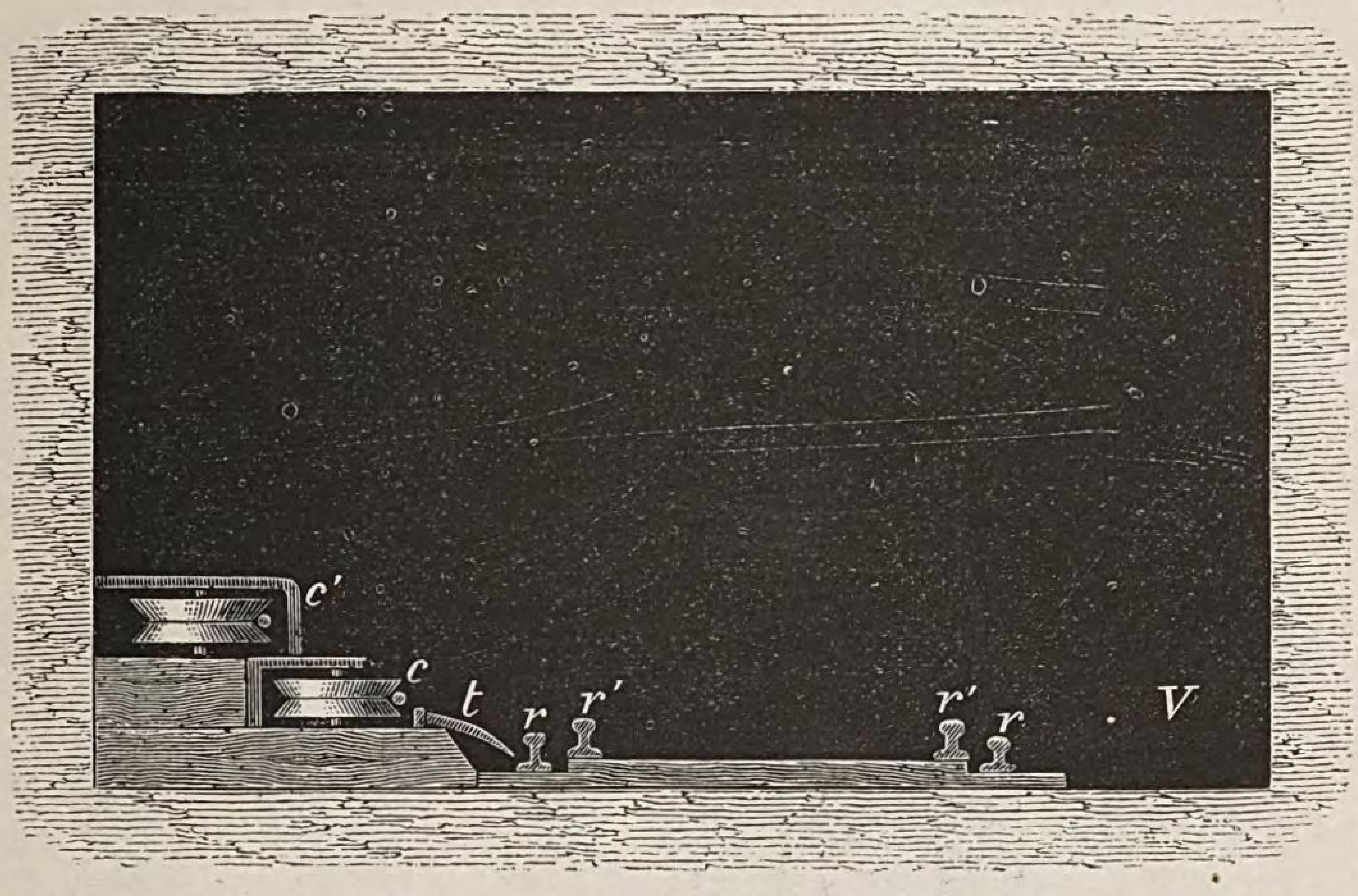
C' das Hinterseil;

r' r' sind Gegenschienen zur Vermeidung des Entgleisens in der Curve;

t ist ein gebogenes Blech, um das Seil in die Nuth der Rolle zu leiten.

Zur Seite ist der unbedingt nothwendige Raum *V* zur Fahrung. Der kleinste zulässige Curvenradius ist 20 m.

Fig. 257.



558. Die Methode mit Seil und Hinterseil gestattet eine so zu sagen beliebige Anzahl von Abzweigungen durch ein und dieselbe Maschine zu bedienen. In England findet sich diese Aufgabe auf verschiedene Weise gelöst, immer aber nach dem Principe, dass in der Abzweigung ein besonderes Hinterseil vorhanden ist, welches lose daliegt, wenn der Zug anderswohin geht, aber eingeschaltet wird, wenn er in die betreffende Seitenstrecke einlaufen soll.

Der Einfachheit halber mag angenommen werden, dass eine Hauptstrecke und eine irgendwo in diese einmündende Seitenstrecke zu bedienen sei. Es sind dann folgende Dispositionen möglich:

559. Erste Disposition (Fig. 258, a. f. S.). — Das Hinterseil der Zweigstrecke läuft mit dem einen Ende über eine an der Firste oder auf der Sohle der Hauptstrecke angebrachte Seilscheibe. Wenn der vom Schachte kommende leere Zug nach der Endstation der Hauptstrecke bestimmt ist, so fährt er an der Abzweigung ohne Aufenthalt vorüber, das Hintertheil dieser letzteren bleibt ausgeschaltet liegen und Alles vollzieht sich so, als ob nur eine Linie vorhanden wäre. Wenn dagegen der vom Schachte kommende leere Zug in die Zweigstrecke einfahren soll, so hält er am Eingange derselben, nachdem vorher die Weichen entsprechend gestellt worden sind. Das Haupthinterseil wird bei *D* und *F* abgehängt und dafür das Zweigseil mit seinen Enden *C* und *E* eingeschaltet. Der feldwärts von der Abzweigung liegende

Theil des Hauptseils bleibt jetzt ausser Thätigkeit, während das Zweigseil functionirt.

Bevor die Verbindung des Haupthinterseils für *F* gelöst wird, um *E* anzuhängen, muss das schachtwärts gelegene Ende des ersteren in eine Spannvorrichtung geklemmt werden, damit es nicht in Folge seiner Spannung zurückweicht.

Fig. 258.

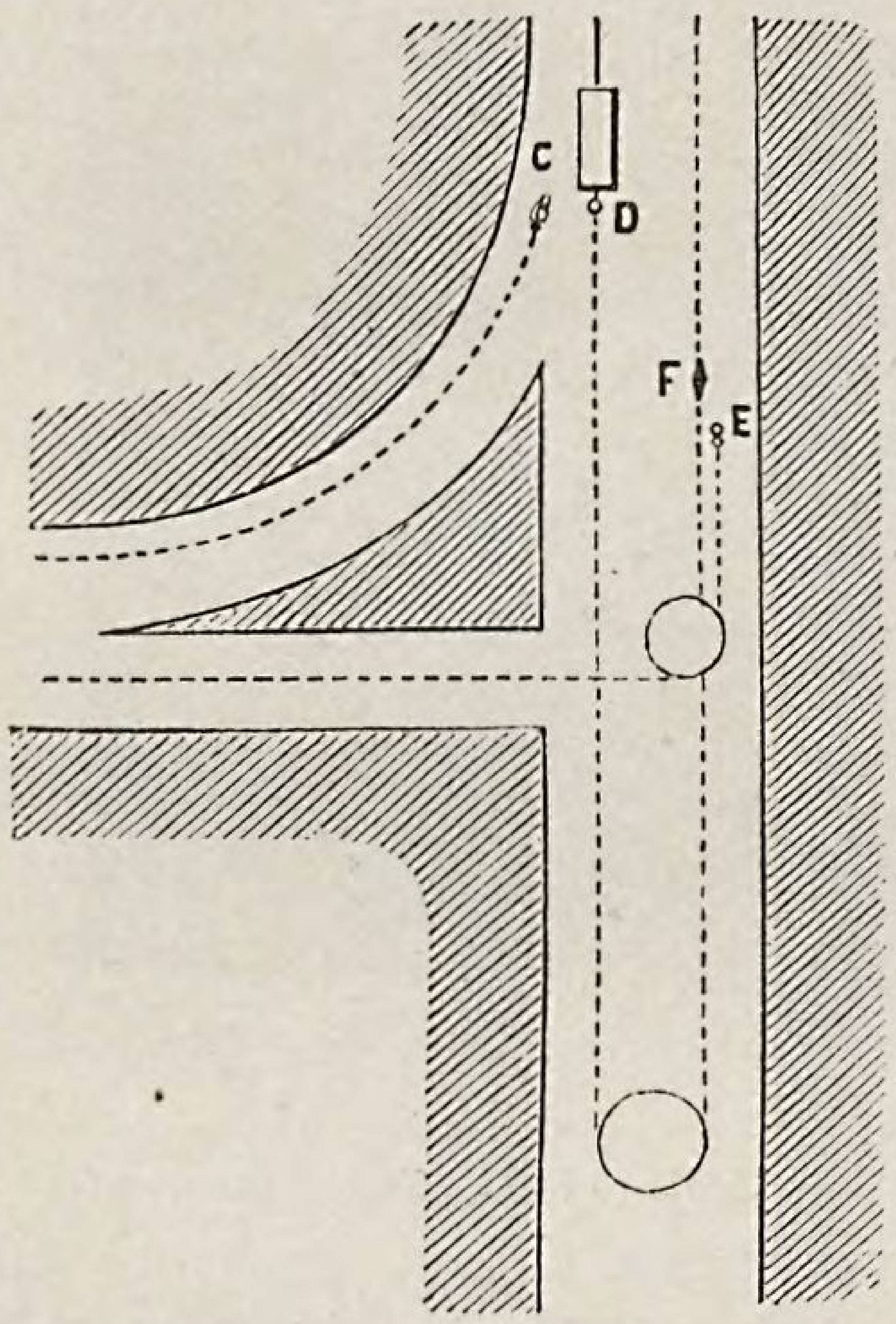
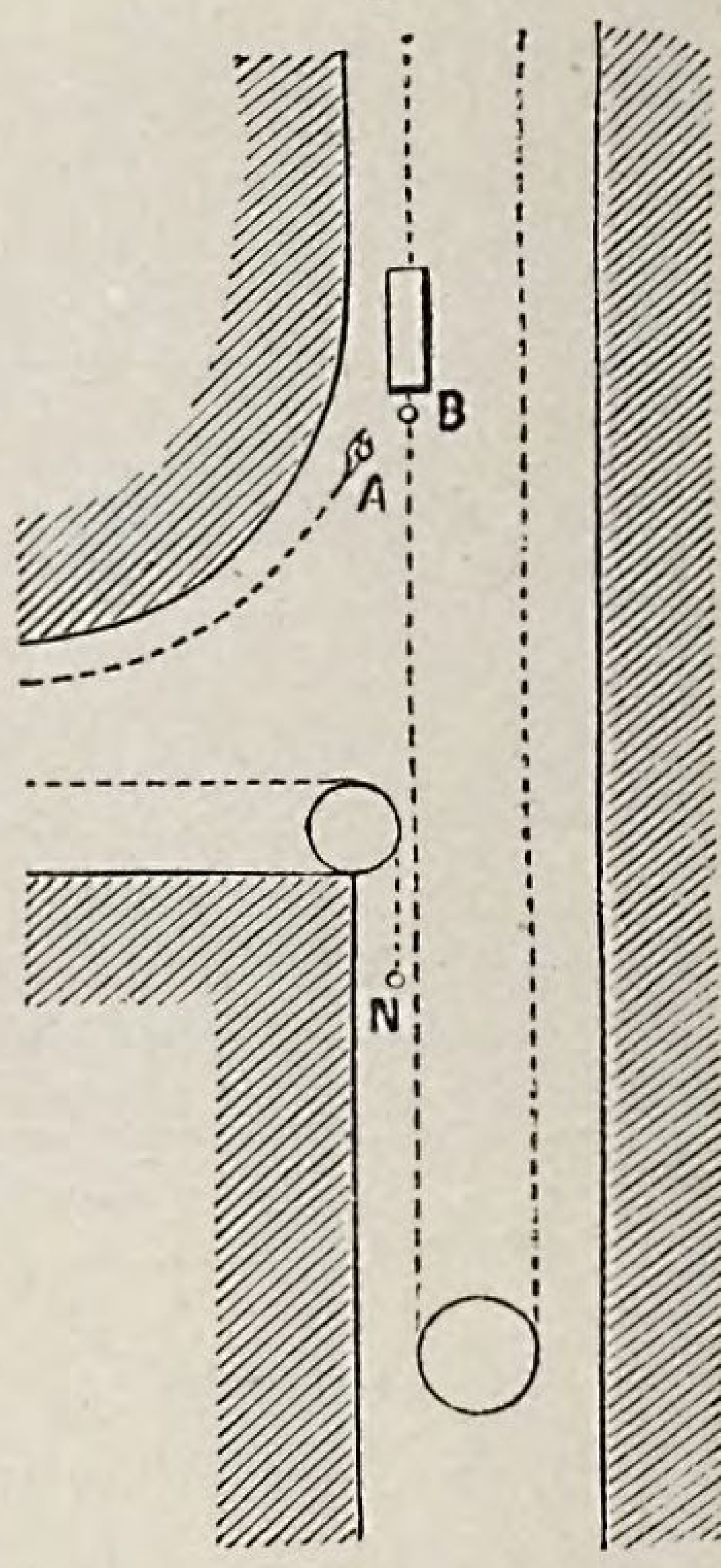


Fig. 259.



560. Zweite Disposition (Fig. 259). — Bei dieser zweiten Disposition bleibt das Hinterseil der Hauptstrecke immer ganz eingeschaltet. Wenn der leere Zug vor der Abzweigung hält, wird das Ende *B* des Haupthinterseils ab- und dafür das Ende des Zweigseils angehängt. Hierauf wird das Ende *B* durch einige Umdrehungen der Maschine vor das andere Ende *N* des Zweigseils gezogen und mit diesem verbunden. Dieses Verbinden der beiden Enden erfolgt bequem und ohne Spannvorrichtung, da das Haupthinterseil nicht in Spannung ist, wenn sein Ende *B* bei *N* ankommt.

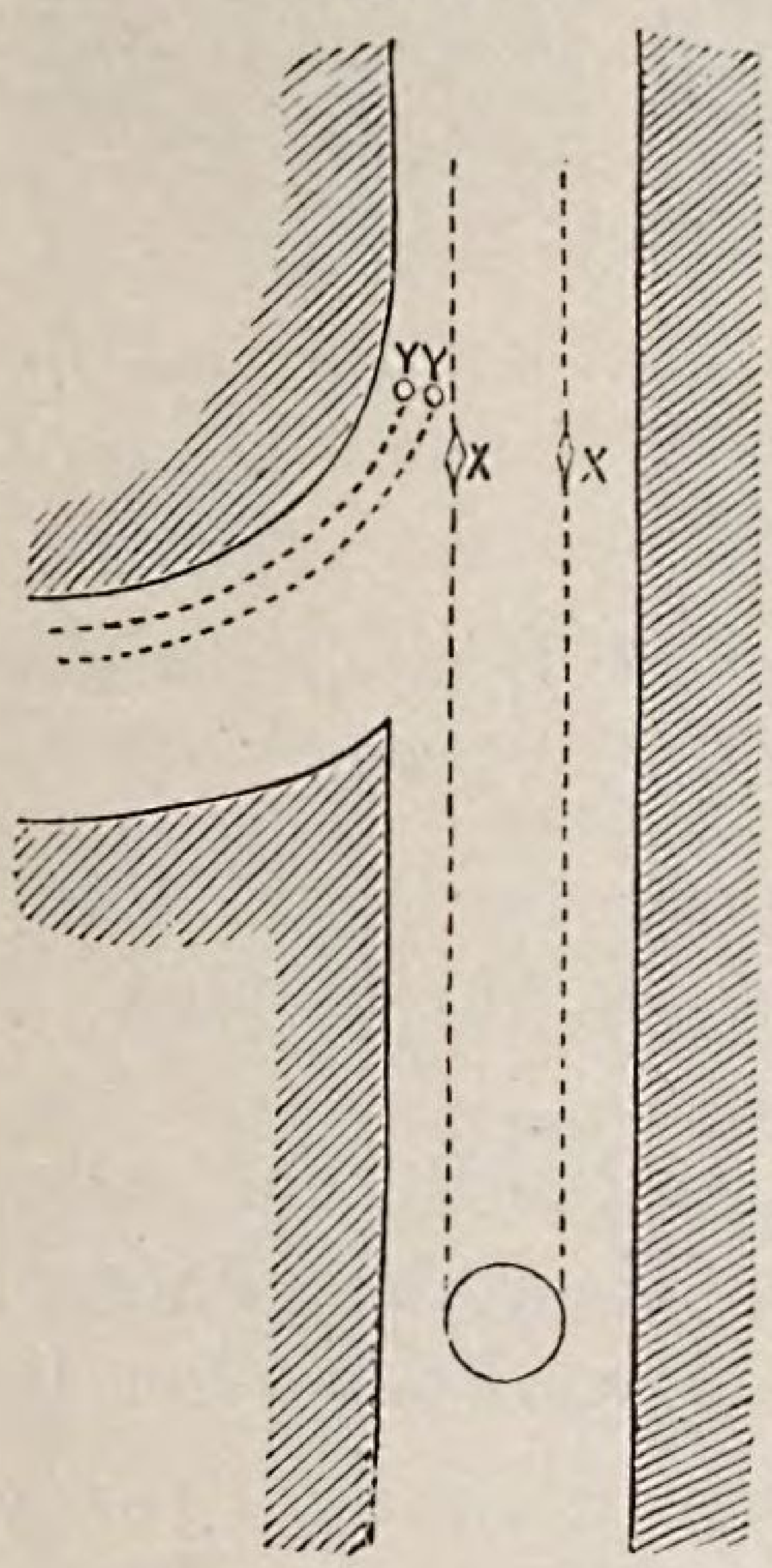
561. Dritte Disposition (Fig. 260). — Bei den beiden vorigen Dispositionen erfolgt das Vertauschen der Seile, wenn der leere Zug an der Abzweigung steht. Die folgende Disposition hat nun den Zweck, diese Manipulation dann vornehmen zu können, wenn der Zug sich am Schachte befindet, wo ohnehin für das An- und Abhängen der Züge ein gewisser Zeitaufwand entsteht. Durch die gleichzeitige Erledigung beider Manöver wird mithin an Zeit gespart.

Angenommen, der leere Zug befinde sich am Füllorte. Das Vorderseil ist dann auf seiner Trommel aufgewickelt, das Haupthinterseil hingegen ganz abgewickelt. Jedes Trumm dieses letzteren kann an der

Abzweigungsstelle, an den Punkten xx, unterbrochen werden. In der Zweigstrecke ist ein zweites Hinterseil vorhanden, dessen Enden yy mit Haken versehen sind.

Wenn der leere Zug in der Hauptstrecke bleiben soll, so bleibt das Hinterseil verbunden, wie in der Figur dargestellt, und das Zweigseil bleibt ausser Thätigkeit. Wenn der leere Zug hingegen in die Abzweigung einlaufen soll, so werden, während der Zug noch am Schachte ist, die beiden Trumme des Haupthinterseils bei xx unterbrochen und die Enden yy des Zweigseils eingeschaltet. Dieses letztere functionirt nun und der ganze feldwärts von der Abzweigungsstelle gelegene Theil des Haupthinterseils bleibt ausser Thätigkeit.

Fig. 260.



Um also den Zug in der einen oder der anderen Richtung laufen zu lassen, braucht nur die Weiche entsprechend gestellt und das entsprechende Hinterseil eingeschaltet zu werden. Die letztere Manipulation bietet keine Schwierigkeit, da in dem betreffenden Momente die Seile nicht in Spannung sind.

Auf vorstehende Weise kann mit einer einzigen Maschine eine theoretisch unbegrenzte Anzahl von Abzweigungen bedient werden. Es kommt nur darauf an, die Länge und Zahl der einzelnen Züge für jede Endstation nach Maassgabe des einmal festgestellten Bedürfnisses zu regeln.

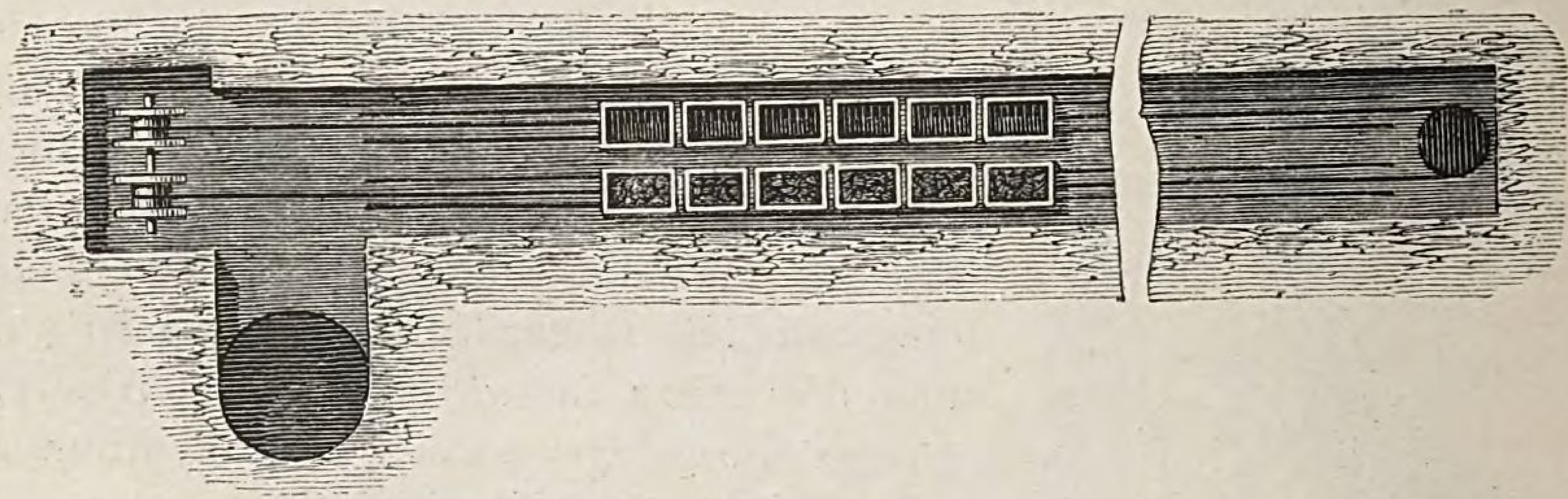
562. Die Förderung mit Seil und Hinterseil ist, wie gesagt, in England sehr verbreitet. Sie hat jedoch einzelne Schattenseiten. Die erforderliche Betriebskraft ist wegen der grossen Geschwindigkeit bedeutend; die Stärke der Maschinen beträgt meist zwischen 80 und 150 Pferdekraft. Die Förderbahnen müssen sehr sorgfältig hergestellt und unterhalten werden, wie auch das rollende Material aufs peinlichste in Ordnung gehalten werden muss. Die Förderbahn darf zwar Curven, aber keine abwechselnden Steigungen und Gefälle aufweisen.

Dem gegenüber bietet die Förderung mit Seil und Hinterseil den mehrerwähnten Vorzug, dass eine beliebige Zahl von Zweigstrecken bedient werden kann, und eben für Fälle dieser Art ist sie in England gebräuchlich. Ein anderer Vortheil ist noch der, dass sie nur ein einziges Geleise verlangt.

563. Eine Variation des Systems mit Seil und Hinterseil entsteht, wenn man eine doppelspurige Bahn herstellt und das sich abwickelnde Hinterseil dazu benutzt, einen zweiten Zug in umgekehrter Richtung

zu bewegen (Fig. 261). Hierdurch wird es möglich, für ein gleiches Förderquantum mit der halben Fahrgeschwindigkeit auszukommen. Bei der unterirdischen Förderung, wo Entgleisungen in Folge grosser

Fig. 261.

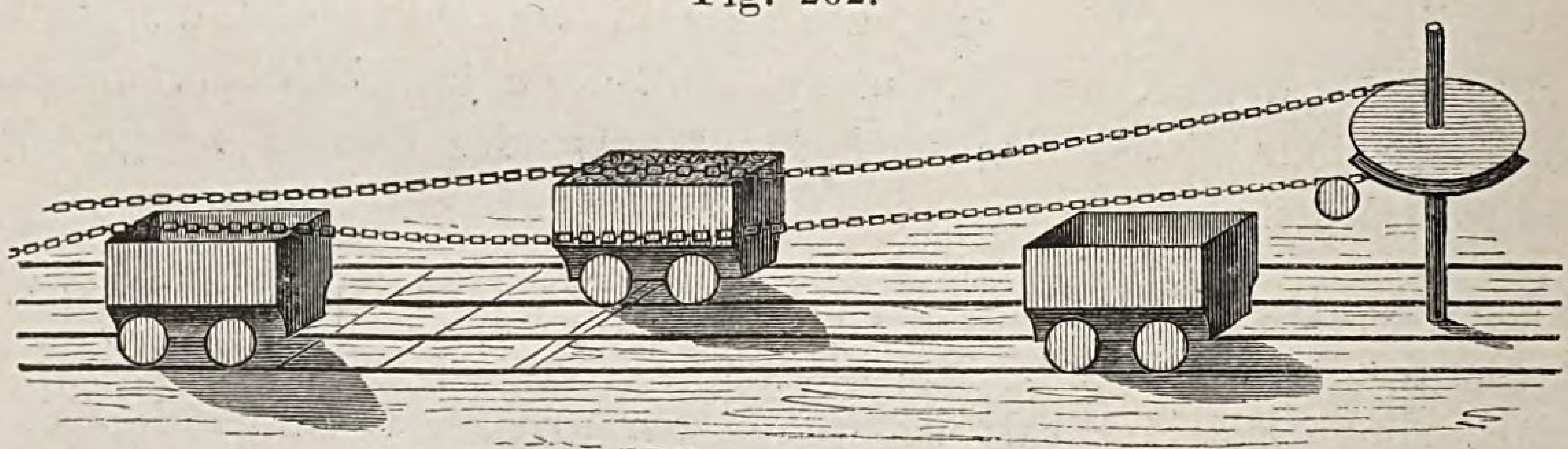


Geschwindigkeit leicht vorkommen und leicht grosse Betriebsstörungen verursachen, ist ein solcher Vortheil nicht zu unterschätzen.

564. 2. Förderung mit Kette ohne Ende. — Diese Methode ist u. a. in den Gruben bei Manchester vielfach in Anwendung. Ihr Princip ist folgendes:

Eine in sich geschlossene Kette (Fig. 262) wird durch ein horizontales, an einer Endstation aufgestelltes und von einer Dampfmaschine gedrehtes Rad in Umlauf gesetzt. An der anderen Endstation läuft

Fig. 262.



die Kette um ein zweites, dem ersteren ähnliches, horizontales Rad. Diese beiden Räder sind in einer gewissen Höhe über der Sohle angebracht, so dass die beiden Kettenstränge sich auf die Wagen auflegen können, wie dies Fig. 262 zeigt.

Die Kette bewegt sich langsam und continuirlich. Es ist eine Bahn für den Hin- und eine für den Rückweg vorhanden. Das Gewicht der Kette allein nimmt die Wagen mit, da die langsame Fortbewegung dieser letzteren weniger Kraft erfordert, als die Ueberwindung der Reibung zwischen den Kettengliedern und den Wagenrändern.

Die Bewegung ist also hier eine continuirliche; Züge werden nicht gebildet. Die Wagen folgen sich in mehr oder weniger genau übereinstimmenden Abständen. Es ist leicht zu verstehen, wie durch Avertissements-Schellen, welche durch die vorübergehenden Wagen

selbst in Thätigkeit gesetzt werden, erreicht werden kann, dass die Wagen in regelmässigen Zwischenräumen der Kette übergeben werden.

So, wie sich nach und nach die geladenen, beziehungsweise die leeren Wagen an den betreffenden Endstationen der Kettenförderung einfinden, werden sie unter denjenigen Kettenstrang geschoben, dessen Bewegungsrichtung sie folgen sollen. Am anderen Ende hebt sich die Kette ab, um über das Rad zu laufen, und die Wagen sind von selbst wieder frei.

565. Es lässt sich kaum eine einfachere Einrichtung denken, als diese Kette ohne Ende. Sie erfordert übrigens auch wenig Betriebskraft und Betriebsstörungen sind wegen der geringen Geschwindigkeit von meist nicht über 1 m selten.

Steigungen und Gefälle behindern die Kettenförderung nicht, nur machen sie die Anwendung von Gabeln, welche auf die Wagenwände aufgesteckt werden, nothwendig, damit die Wagen an den geneigten Stellen nicht unter der Kette fortlaufen, sondern durch die Kettenglieder in den Gabeln festgehalten werden.

Allerdings erfordert die Kette ohne Ende eine doppelte Bahn. Ausserdem müssen die Strecken im Grundriss g e r a d l i n i g oder wenigstens aus längeren geradlinigen Stücken zusammengesetzt sein. In letzterem Falle wird jedes Stück durch eine besondere Kette ohne Ende bedient, wodurch jedoch die Einrichtung an ihrer Einfachheit verliert. Es muss nämlich dann an jedem der Punkte, in denen die Linie gebrochen ist, ein Arbeiter stehen, um die Wagen von der einen Kette in Empfang zu nehmen und unter die andere unterzuschieben. Vorrichtungen, welche dieses Manöver mechanisch bewerkstelligen, functioniren unzuverlässig und machen gewöhnlich einen Aufseher doch nicht entbehrlich.

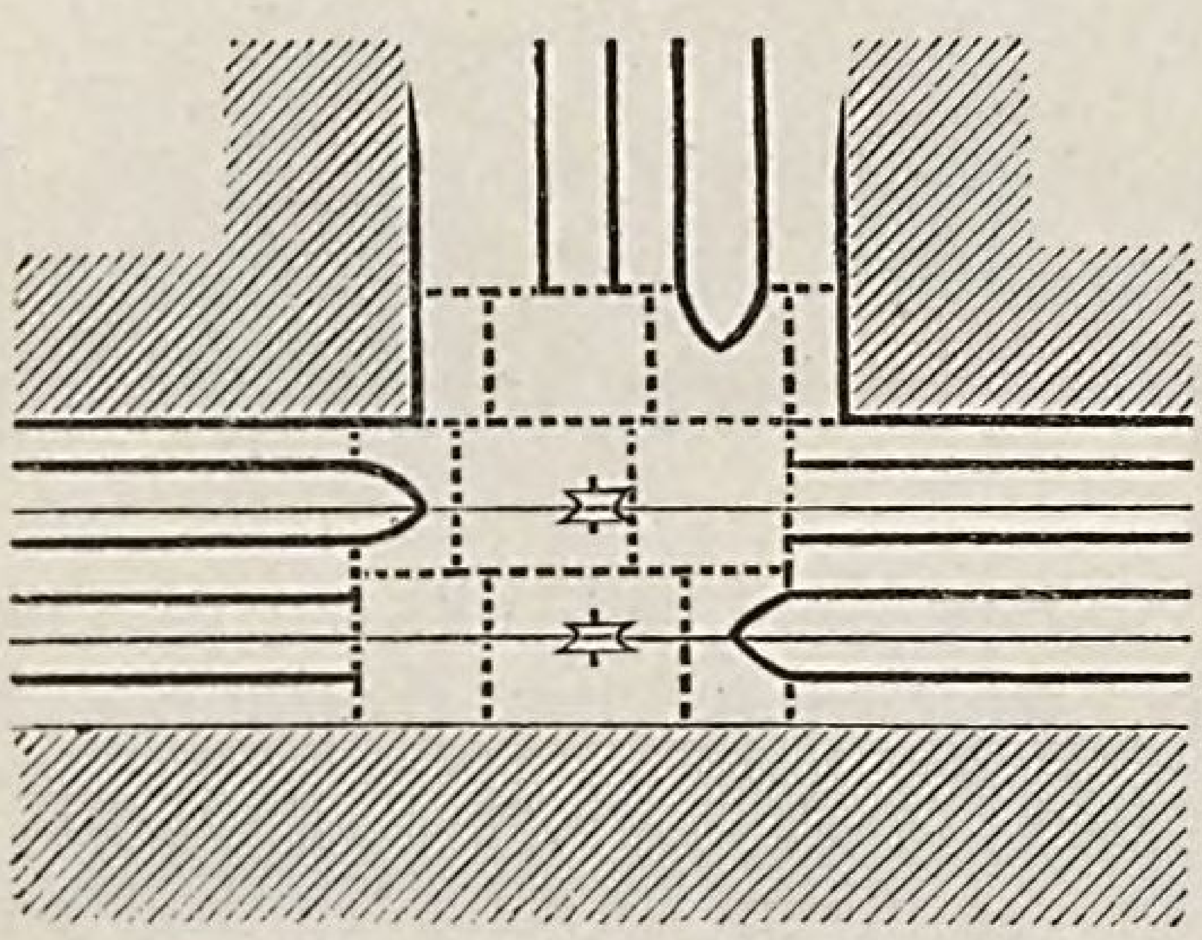
566. Die gewöhnlichste Vorrichtung dieser letzteren Art ist übrigens folgende: An der Stelle, wo die beiden divergirenden Linien sich schneiden, läuft jeder Kettenstrang zuerst über ein verticales Rad, welches ihn in die Höhe hebt, und darauf um ein horizontales Rad, welches ihm die neue Richtung giebt. Die beiden Geleise erhalten in der Curve Gefälle nach entgegengesetzten Richtungen, so dass jeder Wagen in dem Moment, wo er in die Curve gelangt und von der Kette verlassen wird, die Curve von selbst durchläuft und dann, in der neuen Richtung, wieder von der Kette erfasst wird.

467. Wenn mehrere Abzweigungen zu bedienen sind, läuft diejenige Triebkette, welche ihre Bewegung direct von der Maschine erhält, an der Kreuzungsstelle um ein erhöhtes horizontales Rad. Die verticale Welle dieses Rades trägt noch so viele andere Räder, als Förderzweige vorhanden sind, und jedes derselben setzt eine besondere

Kette nach der Abzweigung hin in Umlauf. Eine Wendebühne aus eisernen Platten gestattet an dem Knotenpunkte die frei werdenden Wagen in die verschiedenen Zweigstrecken zu vertheilen.

568. Wenn sich an einer durchgehenden Kettenförderungsstrecke verschiedene Anhängestationen befinden, so brauchen nur zwei Rollen an der Firste der Strecke befestigt zu werden, auf welche die Kette gehoben werden kann, wenn ein Wagen weggenommen und ein anderer untergeschoben werden soll. Die Sohle ist auch in diesem Falle an der betreffenden Stelle mit Platten belegt, wie Fig. 263 veranschaulicht.

Fig. 263.



569. Die Kettenförderung eignet sich nach Vorstehendem vorzüglich für geradlinige Strecken, z. B. lange Querschläge, oder zur Förderung über Tage, wo man die Bahn in gerader Richtung über die etwaigen Wellen des Terrains hinführen kann. In gewundenen Strecken hingegen ist sie nicht anwendbar.

570. Wenn eine unterirdische Kettenförderung Bremsberge mit einschliesst, so kann die in diesen frei werdende Schwerkraft dazu benutzt werden, die treibende Maschine ganz oder theilweise zu ersetzen. Man kann sich diese Mitwirkung der Schwerkraft auch künstlich verschaffen, indem man die Kohlen durch einfallende Strecken oder absteigende Querschläge noch unter das Niveau der eigentlichen Fördersohle hinabgehen lässt und erst von einem tiefer liegenden Füllort durch den seigeren Schacht zu Tage hebt.

Dieses Princip ist auf der Grube Bascoup in Belgien in sehr interessanter Weise zur Anwendung gebracht. Der Förderschacht ist bis zu einer tieferen als der im Abbau begriffenen Sohle abgeteuft. Absteigende Strecken, welche vorzugsweise in den Flötzen getrieben sind, verbinden die Hauptförderstrecken mit dem tiefer liegenden Füllorte. Die Wagen gehen an Ketten ohne Ende durch die Bremsberge hinunter und setzen durch das Uebergewicht der geladenen andere Ketten, welche zur horizontalen Förderung in den oberen Strecken dienen, in Bewegung. Auf diese Weise werden besondere unterirdische Betriebsmaschinen vermieden und wird die Kraft in letzter Linie von der Schachtfördermaschine geliefert, indem diese die vorher verlorene Seigerteufe durch eine entsprechende Mehrleistung wieder einzubringen hat.

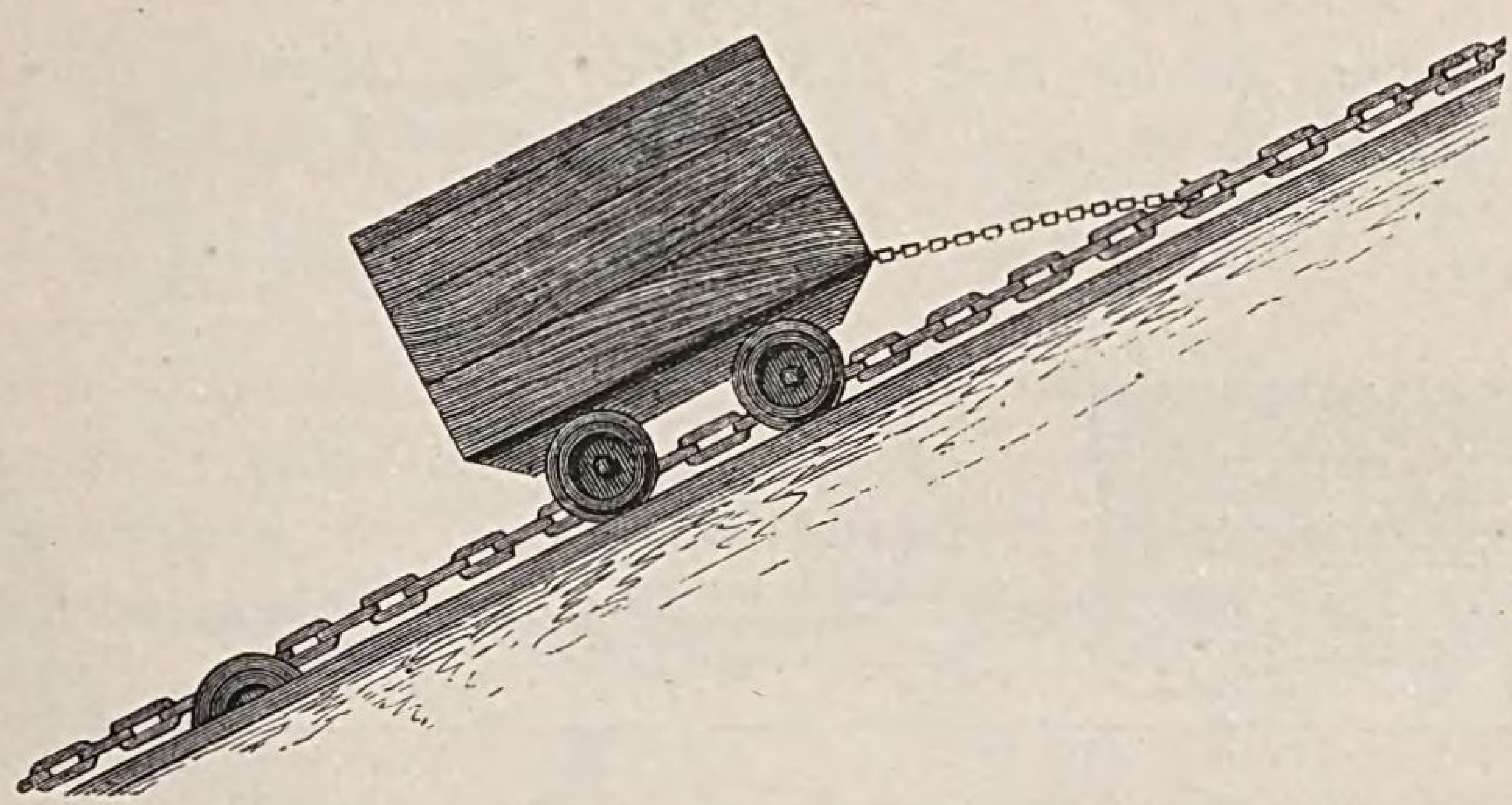
Die Rechnung ergiebt, dass unter den gewöhnlich vorliegenden Verhältnissen die Nutzlast durch Herabsinken um 1 m Seigerteufe 20 m

Horizontalförderung betreiben kann. Ein Kettenbremsberg von beispielsweise 90 m Seigerteufe kann also sein eigenes Förderquantum auf 1800 m Länge horizontal transportiren.

Da die Kettenförderung keine Curven zu überwinden vermag, müssen die Grundstrecken auch dann, wenn das Flötz nicht ganz eben gelagert ist, immer in derselben Compassstunde bleiben, müssen also eventuell die Wellen der Flötzlagerung durch Auf- und Absteigen überwinden. Dies ist aber nur dann angängig, wenn kein Wasser vorhanden ist oder wenn unterhalb der Förderstrecke noch eine gewöhnliche, die Wellen durch horizontale Curven überwindende Grundstrecke hinläuft, welche mit den Muldenpunkten der Förderstrecke in Verbindung steht und diese entwässert.

571. Eine Variation der gewöhnlichen Kettenförderung ist die Förderung mit unterlaufender Kette, wie sie in Südwales häufig

Fig. 264.



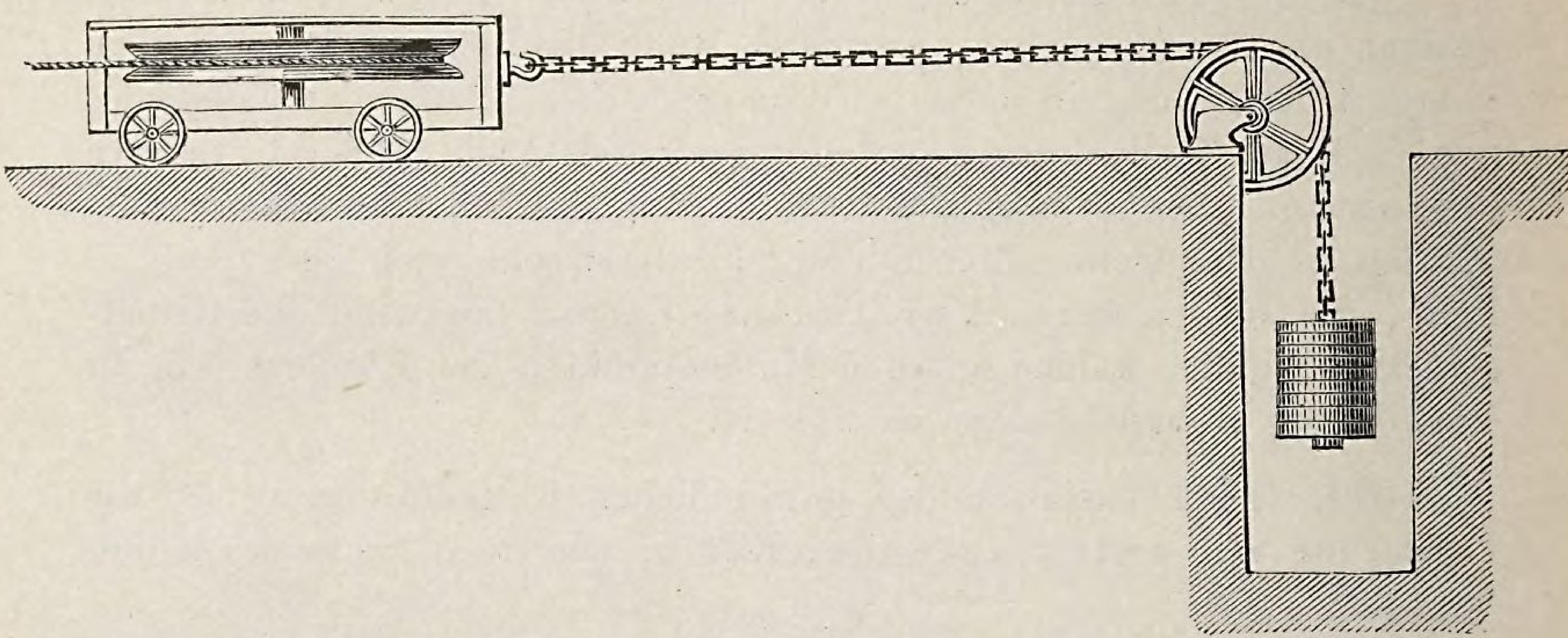
anzutreffen ist. Dieselbe gestattet die Ueberwindung bedeutender Gefälle mit grösserer Sicherheit, als es selbst bei Anwendung der oben erwähnten Gabeln möglich ist. Die Kette läuft an der Sohle hin und wird in gewissen Abständen über Rollen geführt. Die Wagen werden in beliebigen Zwischenräumen mittelst kleiner Schurzketten und Haken angehängt (Fig. 264).

572. 3. Förderung mit Seil ohne Ende, aber mit unterbrochener Bewegung. — Dieses System ist in England weniger gebräuchlich als die beiden vorhergehenden.

Ein Seil ohne Ende läuft um Nuthenscheiben oder besser um eine Fowler'sche Klappenscheibe. Das Seil muss stets vollkommen straff gespannt sein, zu welchem Zwecke die am Ende der Förderstrecke befindliche Rücklaufscheibe auf einem durch ein Gegengewicht (Fig. 265, a. f. S.) oder eine Stellschraube (Fig. 266) zurückgehaltenen Wagen verlagert ist. Das Gegengewicht kann auf die gewünschte Spannung regulirt werden.

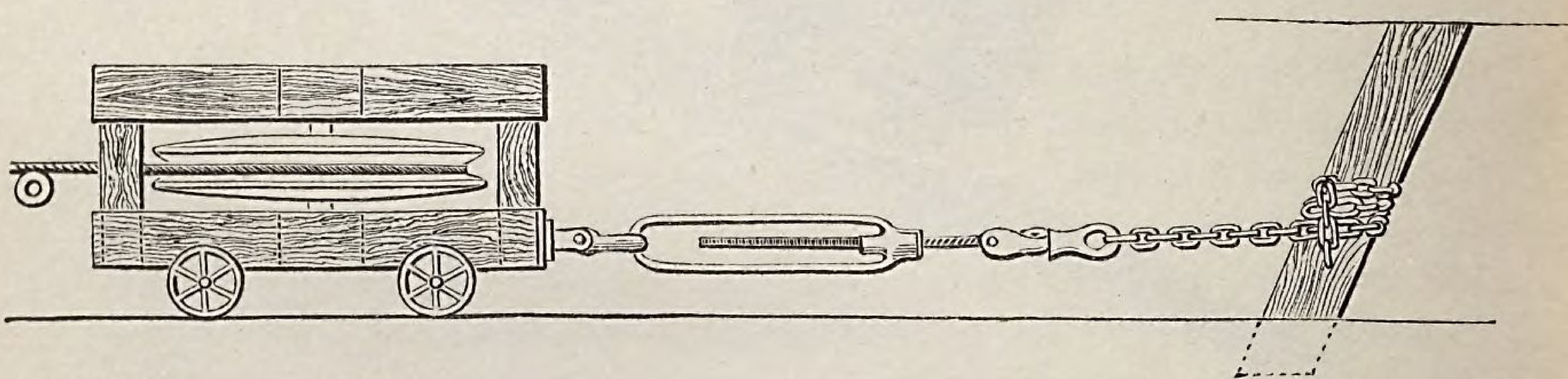
Die Förderbahn ist ein- oder zweispurig. Im ersteren Falle bewegt sich das Seil abwechselnd in dem einen und in dem anderen

Fig. 265.



Sinne; der eine Strang läuft in der Mitte des Geleises, der andere wird auf Rollen am Stosse entlang geführt. Bei doppelspuriger Bahn

Fig. 266.



bewegt sich das Seil stets in demselben Sinne und zwar der eine Strang in dem Geleise für die geladenen, der andere in demjenigen für die leeren Wagen.

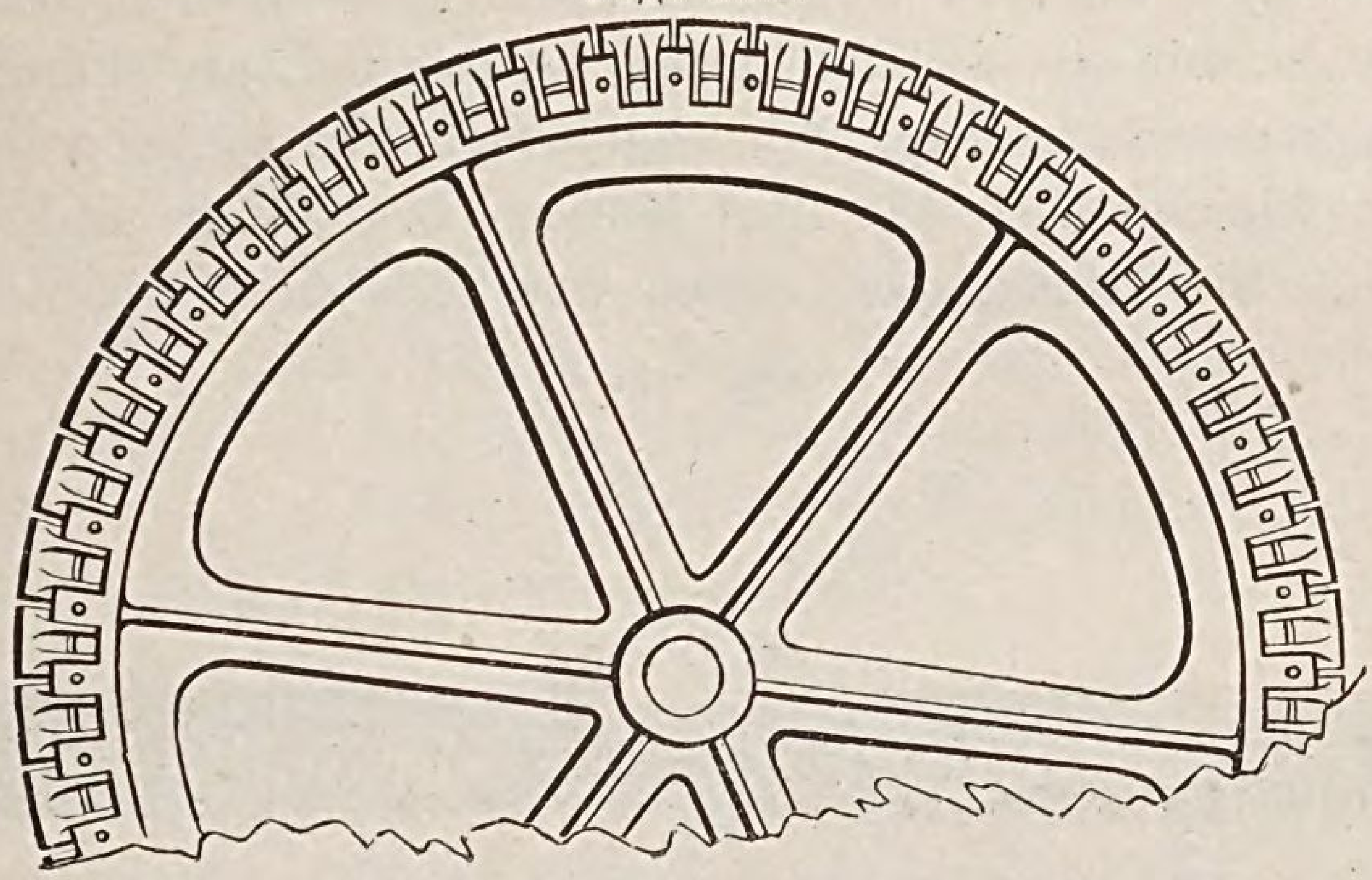
In beiden Fällen werden die Wagen zu Zügen zusammengestellt. Der vorderste ist ein Conducteurwagen und wird durch den Conducteur mittelst einer besonderen Kuppelung an das Seil angehängt. Die letztere kann von dem Conducteurwagen aus gelöst werden. Wenn also beispielsweise eine Entgleisung vorkommt, so kann der Conducteur während der Fahrt den Zug abhängen und dadurch zum Stehen bringen. Nachdem dann der oder die entgleisten Wagen wieder ins Gestänge gehoben sind, kann der Conducteurwagen wieder ans Seil angekuppelt und die Fahrt fortgesetzt werden.

Das in Rede stehende System gestattet die Ueberwindung von Curven und ist für solche Fälle vortheilhafter, als das System mit Hinterseil; es gestattet jedoch keine Abzweigungen. In diesem Umstande liegt die einzige Schranke für seine Anwendungsfähigkeit, denn

hinsichtlich des Betriebes lässt es nichts zu wünschen übrig und erfordert, wie gesagt, auch nicht unbedingt doppelte Bahn.

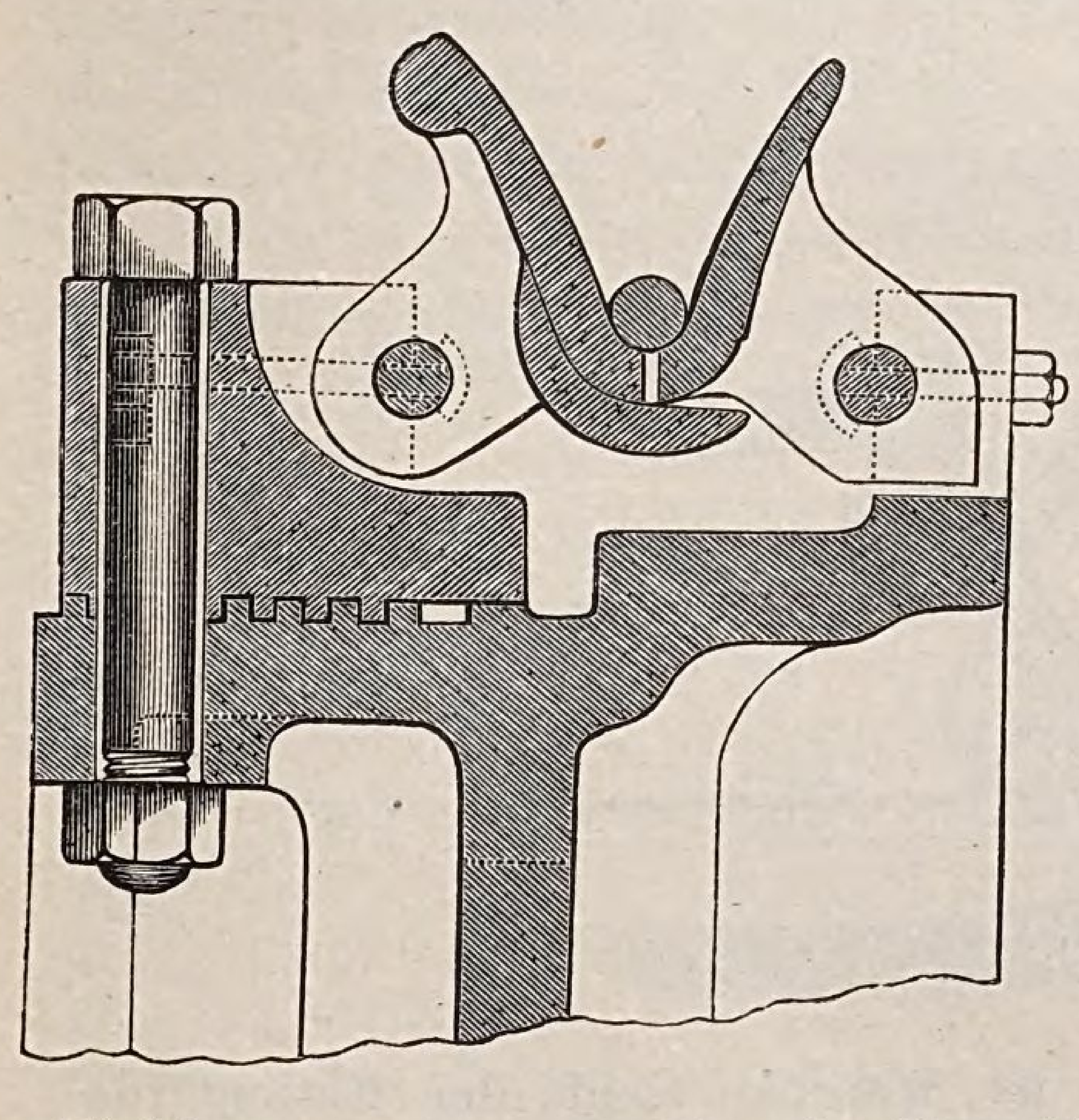
573. Es ist wiederholt von der Fowler'schen Klappenscheibe die Rede gewesen. Diese Scheibe findet gegenwärtig nicht nur bei der maschinellen Förderung, sondern auch bei Bremsbergen, seigeren Bremsschächten u. s. w. eine so ausgedehnte Anwendung *), dass sie nachstehend kurz beschrieben werden muss (Fig. 267). Ihre Nuth wird

Fig. 267.



durch eine doppelte Reihe von Klappen gebildet, welche das Seil zwischen sich festklemmen, und zwar um so fester, je stärker der Zug in demselben ist. Eine halbe Umwickelung des Seiles genügt in Folge dessen, um ein Gleiten ganz unmöglich zu machen. Das Seil haftet sogar so fest zwischen den Klappen, dass es in Bremsbergen und seigeren Bremsschächten vermittelst der Bremse angehalten werden kann, wenn ein Trumm desselben reisst. Hierdurch können Unglücksfälle vermieden werden.

Fig. 268.



Der Seilverschleiss erweist sich bei der Fowler'schen Scheibe nicht grösser als bei gewöhnlichen Nuthenscheiben, weil der gänzliche Ausschluss des Gleitens den aus dem Einklemmen etwa resultirenden Verschleiss wieder ausgleicht. Fig. 268 zeigt die Construction und die Wirkungsweise der Klappen.

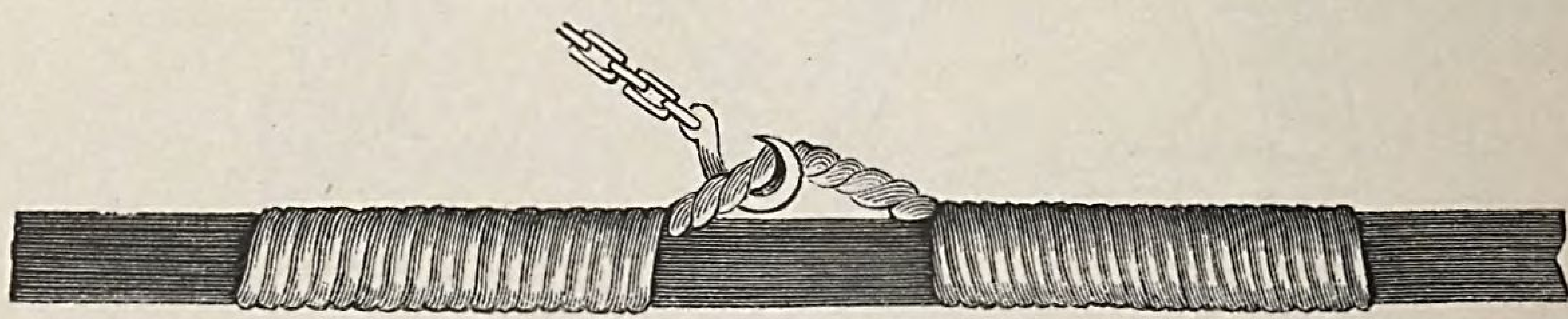
*) In Deutschland bis jetzt weniger. L.

574. 4. Förderung mit Seil ohne Ende und continuirlicher Bewegung. — Dieses System hat viel Analogie mit der Kettenförderung. Es gestattet dabei besser als diese die Ueberwindung von Curven.

Das Seil wird durch eine am Füllorte oder über Tage aufgestellte Dampfmaschine in langsamen und stetigen Umlauf gesetzt. Die Förderbahn ist doppelspurig, die geladenen Wagen gehen in dem einen, die leeren in dem anderen Geleise. Das Seil läuft entweder über oder unter den Wagen her, in letzterem Falle über Rollen. Die Wagen werden einzeln, wie sie sich darbieten, an das Seil angehängt.

Hierzu kann die in Fig. 269 abgebildete Vorrichtung dienen. Die Seilschleifen bleiben vier bis fünf Monate brauchbar und sind leicht zu erneuern. Sie stören das Laufen des Seils über die Rollen nicht.

Fig. 269.



Stellenweise findet sich auch eine Keilkuppelung, welche klemmend wirkt, angewendet. Ein leichter Hammerschlag gegen das schmale Ende des Keils genügt, um diese Kuppelung wieder zu lösen.

Wenn das Seil oberhalb der Wagen hinläuft, so führt man es in den Curven um besonders geformte Seilscheiben (Fig. 270 und 271).

Fig. 270.

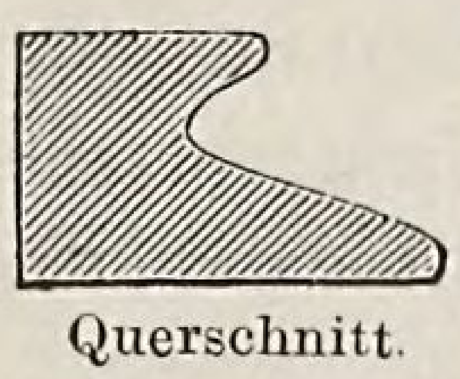
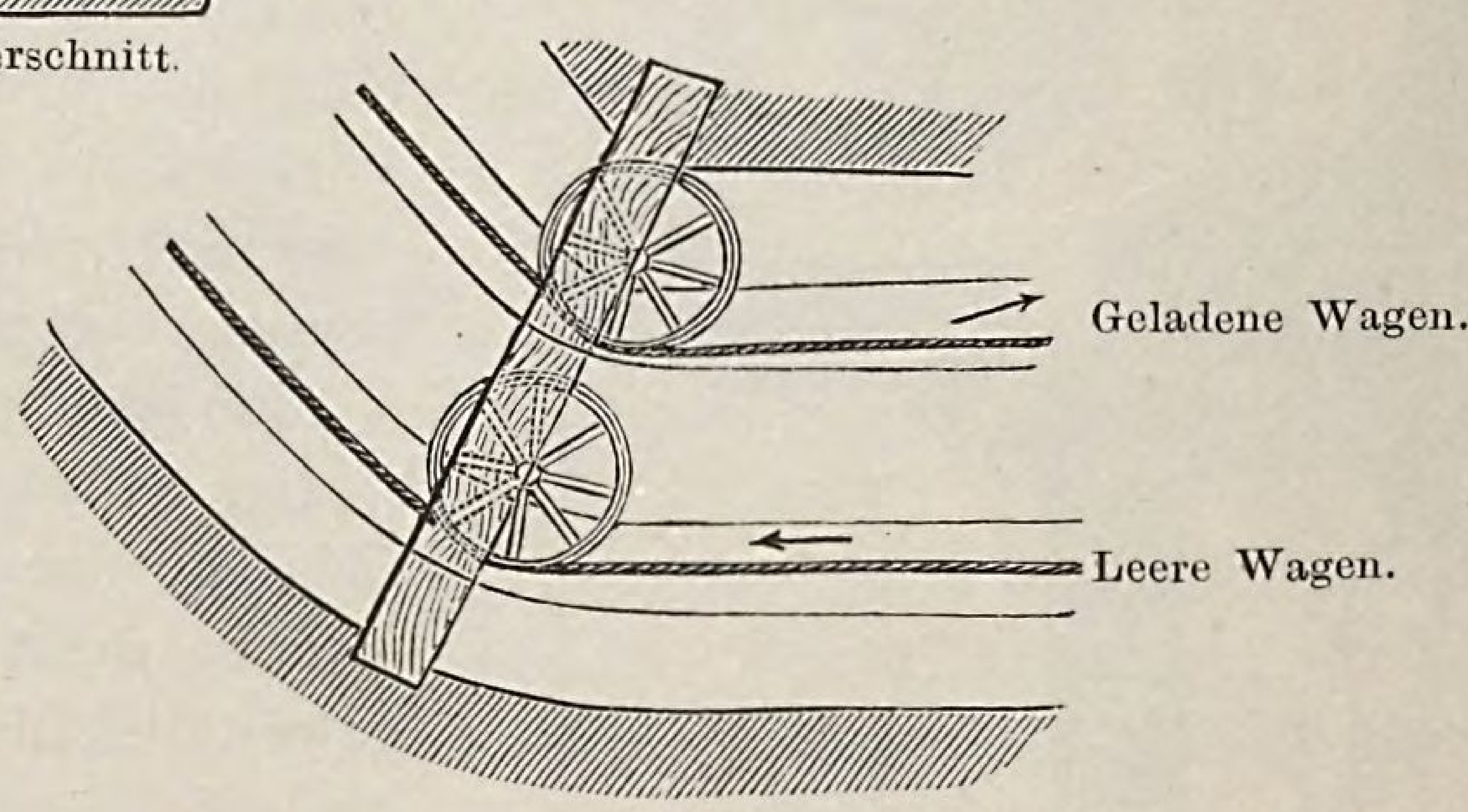


Fig. 271.



575. Vorstehendes System ist, wie man sieht, der Kettenförderung ganz analog, doch gestattet es das Vorhandensein von Curven. Dagegen muss die Förderbahn eben sein und darf keine Abzweigungen umfassen.

576. Die Eigenthümlichkeiten jeder einzelnen der vorgeführten maschinellen Fördermethoden mögen hier noch einmal zusammengestellt werden:

Die Förderung mit Hinterseil eignet sich für horizontale, einspurige Grundstrecken. Diese dürfen den Biegungen des Flötzstreichens folgen, auch kann eine beliebige Anzahl von Zweigstrecken angeschlossen werden. Ein Nachtheil ist der bedeutende Kraftverbrauch und das Bedürfniss äusserst sorgsamer Instandhaltung von Förderbahn und gehendem Material.

Kettenförderung erheischt doppelte Bahn und gerade Strecken. Sie gestattet Steigen und Fallen und braucht verhältnissmässig wenig Betriebskraft. Sie lässt ein ganzes Netz von Abzweigungen zu.

Wenn nur eine einzige Strecke zu bedienen und diese zwar horizontal, aber nicht geradlinig ist, findet das Seil ohne Ende mit Vortheil Anwendung. Die Methode mit unterbrochener Bewegung ist zu wählen, wenn nur ein Geleise möglich ist, die Methode mit continuirlichem Umlauf hingegen bei doppelter Bahn.

577. Obwohl die maschinelle Streckenförderung auf dem Continente noch weniger verbreitet ist als in England, unterliegt ihr Werth für den Betrieb in weitläufigen Grubenfeldern doch keinem Zweifel. Sie giebt das Mittel, grössere Fördermengen unter Tage zu concentriren und dadurch die Zahl der Schachtanlagen zu beschränken. So kann z. B. in dem Falle, wo durch einen sehr langen Querschlag eine Gruppe von Flötzen fern vom Schachte aufgeschlossen wird, eine Kettenförderung durch diesen Querschlag sehr angezeigt erscheinen. So kann es ferner bei grosser streichender Feldeslänge und geringem gegenseitigen Abstande der einzelnen Flötze einer Gruppe sehr vortheilhaft sein, in der Grundstrecke des einen Flötzes eine Seilförderung einzurichten und dieser durch wiederholte kurze Querschläge die Förderung der Nachbarflötze zuzuführen.

Elftes Capitel.

Wetterführung und Beleuchtung.

§. 1.

Allgemeines über Wetterführung.

578. Nothwendigkeit der Ventilation. — Ein unterirdischer Betrieb ist nicht denkbar, ohne dass den Arbeitsstätten fortwährend frische Luft zugeführt wird. Wir haben gesehen, dass in Kohlengruben sich Kohlensäure und Grubengas entwickeln. Hauptsächlich das letztere würde durch die Reichlichkeit seines Auftretens und durch seine ausserordentliche Explosionsfähigkeit jeden ausgedehnteren Abbau unmöglich machen, wenn es nicht in dem Maasse, wie es sich bildet, unschädlich gemacht würde. Nach vielen fruchtlosen Versuchen nach den verschiedensten Richtungen hin hat man erkannt, dass das einzige praktische Mittel hierzu in einer hinreichenden Verdünnung des Gases durch atmosphärische Luft besteht. Hierdurch verliert dasselbe seine Explosionsfähigkeit und wird aus den Grubenräumen hinweggespült. Zugleich wird damit der Vortheil erreicht, dass die Grubenluft, welche sich durch Berührung mit dem nach der Teufe immer wärmer werdenden Gestein, durch die Athmung der Arbeiter, das Brennen der Lampen, die freiwillige Bildung von Kohlensäure u. s. w. fortwährend zu erwärmen strebt, auf einer erträglichen Temperatur gehalten wird. Es ist eine bemerkenswerthe Thatsache, dass, abgesehen von der Gefahr der Schlagwetter, die Grubengas führenden Gruben in hygienischer Beziehung vielfach weit besser bestellt sind, als die grubengasfreien. Dies kommt eben daher, dass die ersteren, um überhaupt betrieben werden zu können, in allen Winkeln von grossen Luftmengen durchströmt werden müssen, während dies bei den anderen leicht vernachlässigt wird. Ein vernünftiger Bergwerksbetreiber wird freilich die übermässige Wärme in seiner Grube ebenso durch reichliche Ventilation

bekämpfen, wie eventuell die schlagenden Wetter; muss doch auch die Leistung der Arbeiter bei einer Temperatur von beispielsweise 30 oder gar 35⁰ nothwendig in nachtheiligster Weise zurückgehen.

579. Die Luftmenge, welche zur Ventilation einer Kohlengrube nothwendig ist, ist sehr schwer oder vielmehr gar nicht durch Rechnung zu finden. Man hat versucht, das von einem Menschen durch den Athmungsprocess und auf sonstige Weise pro Zeiteinheit verbrauchte Luftquantum zu Grunde zu legen. Man hat durch Combination von Berechnung und Erfahrung aufgestellt, dass jeder Arbeiter durch das Brennen seiner Lampe, durch sein Athmen, seine Ausdünstung und seine Kleider, durch Miasmen und dergleichen im Minimum 7 bis 8 Liter frische Luft in der Secunde unbrauchbar mache. Dieses Quantum, auf die Stunde berechnet ungefähr 25 cbm, ist jedoch als praktische Grundlage für eine Wetterführung auch dann ganz unzureichend, wenn eine Entwickelung von Grubengas vollständig ausgeschlossen ist. Mehr noch als durch die vorgenannten Einflüsse werden nämlich die Wetter in einer Kohlengrube durch die Zersetzung des Grubenholzes und der Kohle, vor Allem aber des in der letzteren enthaltenen Schwefelkieses und Eisencarbonats verdorben. Wenn die für eine Grube erforderliche Wettermenge durchaus nach einem pro Kopf benöthigten Quantum berechnet werden soll, so muss für grubengasfreie Gruben im Allgemeinen mindestens das Doppelte des obigen Quantums angenommen werden

580. Wenn Grubengasentwickelung vorhanden ist, so ist auch letzteres Quantum noch ganz ungenügend. Dasselbe muss dann so vermehrt werden, dass das Gemisch von Luft und Grubengas unschädlich wird. Oft wird auch ausserdem noch zur mechanischen Ausspülung der verschiedenen localen Cavitäten eine Verstärkung des Wetterzuges nothwendig.

Für diesen Fall ist eine Berechnung des erforderlichen Wetterquantums noch weniger möglich, als bei dem vorhergehenden, da die Menge des sich entwickelnden Grubengases eine sehr wechselnde ist. Um gleichwohl auch hier wenigstens ein ganz allgemeines Anhalten zu haben, wird beispielsweise in Belgien als durchschnittlicher Erfahrungssatz für Schlagwetter führende Gruben 30 bis 50 Liter pro Secunde und Kopf angenommen (2 bis 3 cbm pro Minute). Als Kopfzahl gilt hierbei die Belegschaft auf der Förderschicht.

Da die Entwickelung des Grubengases aus der Kohle im Grossen und Ganzen der in der Zeiteinheit blossgelegten Oberfläche proportional ist, so kann die erforderliche Wettermenge mindestens ebenso gut, wie nach der Belegschaft, auch nach der Production bemessen werden und nimmt man in Belgien 3 bis 4 cbm pro Secunde und 100 *t* täglicher Förderung an.

581. Der allgemeinen Regel nach lässt man die Luft durch einen bestimmten Schacht in die Grube einfallen und, nachdem sie alle Strecken und Abbaustösse bestrichen hat, durch einen anderen Schacht, in welchem ein natürlicher oder künstlich hergestellter Zug herrscht, wieder ausziehen. Ist nur ein einziger Schacht vorhanden, was jedoch zu vermeiden ist (141), so wird derselbe durch einen dichten Verschlag (Wetterscheider) in zwei Abtheilungen getheilt, von denen die eine zum Ein-, die andere zum Ausziehen der Wetter dient.

Zunächst müssen nun die allgemeinen Bedingungen der Luftcirculation in Grubenbauen näher betrachtet werden.

582. Die Luft erfährt beim Durchstreichen der Grubenbaue einen Widerstand, dessen Grösse von den verschiedenen nachstehend aufgeführten Verhältnissen abhängig ist.

583. 1. Querschnitt der Baue. — Der Widerstand gegen den Luftdurchzug steht im umgekehrten Verhältniss zum Querschnitt*). Je weiter eine Strecke ist, desto geringeren Widerstand findet die Luft bei ihrem Durchzuge und desto grösser ist in Folge dessen bei gleichbleibendem Antriebe das hindurchströmende Quantum.

Alle, auch vorübergehende Verengungen des Querschnitts sind daher nachtheilig für die Wetterführung und müssen möglichst vermieden werden. Dies bezieht sich nicht nur auf die Strecken, sondern auch auf die Abbaue. Die letzteren müssen deshalb immer gehörig aufgeräumt sein, es dürfen nicht aufgehäufte Kohlenvorräthe den Wetterzug behindern. Die Baue, mit welchen Verwerfungen und Verdrückungen durchfahren werden, müssen ebenfalls genügende Dimensionen erhalten, was um so wichtiger ist, als an solchen Stellen die Grubengasentwickelung häufig aussergewöhnlich stark ist.

Wenn man die Luft auf ihrem Wege durch die Grube verfolgt, so bemerkt man, dass ihre Temperatur dabei im Allgemeinen stetig zunimmt. Dies rührt von der Berührung mit dem wärmeren Gestein, von der Reibung an den Stössen, von dem Brennen der Lampen, dem Athmen der Arbeiter u. s. w. her. Zugleich nimmt die Luft Wasserdampf und Grubengas auf. Aus beiden Thatsachen folgt, dass ihr Volumen von dem Moment des Eintritts in die Grube bis zu demjenigen des Austritts beständig wächst. Diesem Umstande würde es entsprechen, wenn der Querschnitt des Wetterweges vom Anfang bis zum Ende fortwährend grösser würde.

*) Aber auch im directen Verhältniss zum Querschnittsumfang (vergl. Nr. 603). Da indessen bei regelmässigen Figuren (Kreis, Quadrat u. s. w.) der Inhalt viel schneller wächst, als der Umfang, so kann die Zunahme des Luftwiderstandes, welche aus einer Vergrösserung des Streckenumfanges folgt, vernachlässigt werden im Vergleich zu der Abnahme des Widerstandes, welche aus der Vergrösserung des Querschnittes folgt. L.

In der Praxis lässt sich diesem Principe jedoch nicht Rechnung tragen. In Gruben ohne oder mit nur geringer Grubengasentwickelung giebt man denjenigen Strecken, durch welche die Wetter aus den einzelnen Abbaufeldern oder Abbaustössen abgeführt werden (den Wetterstrecken), der Kostenersparniss wegen gewöhnlich nur die zur Fahrung nothwendigen Dimensionen. Diese Dimensionen genügen denn auch sehr häufig für eine gute Wetterführung. Der ausziehende Wetterschacht erhält in der Regel einen Querschnitt, welcher der Summe der Querschnitte der auf ihn mündenden Wetterstrecken mindestens gleich ist. Der einziehende Schacht und die einziehenden Strecken sind so gut wie immer Förderschacht und Förderstrecken; ihr Querschnitt wird nach den Bedürfnissen der Förderung und nicht nach denjenigen der Wetterführung bemessen, da die erstere Rücksicht für sich allein schon grössere Querschnitte ergiebt, als die letztere erfordern würde.

Bei Gruben mit starker Grubengasentwickelung müssen hingegen die Wetterstrecken allerdings einen mindestens ebenso grossen Querschnitt erhalten, wie die Förderstrecken, und muss für möglichste Verminderung des Widerstandes in den Abbaustätten gesorgt werden.

Unter allen Umständen bedarf die Unterhaltung der Wetterstrecken einer ganz besonderen Aufmerksamkeit. Sobald eine Stelle nur irgend schadhaft wird, muss sie reparirt werden. Ein Bruch in der Wetterstrecke kann ein ganzes Abbaufeld mehrere Tage lang ausser Betrieb setzen, da bei dem Aufhören des Wetterwechsels das Aufräumen des Bruches selbst oft auf Schwierigkeiten stösst.

Das beste Mittel, um einen guten Zustand der Wetterstrecken zu sichern, besteht darin, dass dieselben mit Gestänge versehen werden und zum Transport der Bergewagen mittelst Pferden benutzt werden. Auf diese Weise sind die Abbaufelder auch in der oberen Sohle alle mit einander und mit dem Schachte durch eine Förderbahn verbunden, den Abbauen können also auf verhältnissmässig billige Weise die Berge von der Unterhaltung der Wetterstrecken, wie auch der Ueberschuss derjenigen von der Aus- und Vorrichtung oder von anderen Abbauen zugeführt werden. Diese Einrichtung, deren Vortheile hinsichtlich der Bergeversatzfrage schon weiter oben (452) betont worden sind, entspricht sonach gleichzeitig auch den Principien der Wetterführung. In schlagwetterreichen Gruben wird sie ein viel wirksameres Mittel zur Ventilation sein, als die Anwendung mächtiger Ventilatoren, deren Nutzeffect, wie später gezeigt werden wird, bei Weitem nicht im directen Verhältniss zu ihrer Stärke wächst.

584. 2. Länge der Wege. — Der Widerstand, welchen der Wetterstrom erfährt, steht im directen Verhältniss zur Länge des Weges. Aus der später mitzutheilenden Formel ergiebt sich, dass bei gleichem

Querschnitt und gleicher sonstigen Beschaffenheit der Strecken die Geschwindigkeit und das Volumen der unter einem bestimmten Antriebe hindurchströmenden Luft den Quadratwurzeln aus den Wegelängen umgekehrt proportional sind. Wenn also von zwei ganz gleich beschaffenen Strecken die eine viermal so lang ist, als die andere, so ist bei gleicher Bewegungsursache die Geschwindigkeit und das Volumen der Wetter bei der ersteren halb so gross, als bei der letzteren.

Zu dieser Verminderung des überhaupt durch die Grube gehenden Wetterquantums in Folge der Wegelängen kommt noch der Verlust derjenigen Wetter, welche des geringeren Widerstandes wegen sich durch den Bergeversatz hindurchdrücken, bevor sie die Abbaustösse erreicht haben; ein Verlust, welcher ebenfalls mit der Länge der Strecken wächst. So kommt es thatsächlich vor, dass Abbaustösse nur deshalb nicht weiter zu Felde getrieben werden können, weil es bei ihrer Entfernung vom Schachte unmöglich wird, einen genügenden Wetterstrom zu ihnen hinzubringen. Vom Gesichtspunkte der Förderung aus wird es bei der Entwickelung des maschinellen Betriebes oft möglich, mit dem Abbau auf sehr grosse Entfernungen vom Schachte fortzurücken, aber es kann dann wegen der Wetterverluste nothwendig werden, zwei Strecken für die frischen und zwei Strecken für die abziehenden Wetter herzustellen.

Das Verlorengehen der Wetter durch den Bergeversatz kann durch die auf den letzteren verwendete Sorgfalt vermindert werden. Bei einem gegebenen Zustande des Bergeversatzes hingegen ist die Grösse des Wetterverlustes abhängig von der zur Erzeugung des Stromes erforderlichen Depression (637). Je grösser diese Depression ist, desto grösser ist auch das Luftquantum, welches sich von der Förderstrecke direct nach der Wetterstrecke durchdrückt. Um nun ein bestimmtes Luftquantum durch die Grube zu führen, bedarf es einer um so grösseren Depression, je grösser die dem Strome sich entgegenstellenden Widerstände sind. Diese Widerstände werden aber, wie gezeigt worden ist, durch Vergrösserung der Streckenquerschnitte vermindert. Unter diesem Gesichtspunkte ist es also wiederum die Vergrösserung der Streckenquerschnitte, wodurch die Grenze, bei welcher die Wetter nicht mehr vor Ort zu bringen sind, hinausgeschoben werden kann. Wenn daher auf grubengasreichen Flötzen die Abbaue sich weit vom Schachte zu entfernen haben, so ist es unerlässlich, geräumige Förder- und Wetterstrecken nachzuführen und für dichten Bergeversatz zu sorgen.

585. 3. Geschwindigkeit des Wetterstromes. — Die Widerstände bei der Wetterführung wachsen im Quadrat der Geschwindigkeit. Die Wirkung dieses Gesetzes wird am besten durch ein Beispiel erläutert:

Angenommen, das durch eine gegebene Strecke hindurchströmende Luftquantum solle verdoppelt werden, so kann dies auf zwei entgegengesetzte Weisen *) geschehen: entweder durch Verdoppelung der Stromgeschwindigkeit oder durch Verdoppelung des Querschnittes. Im ersteren Falle würde man nach dem angeführten Gesetze den ursprünglichen Widerstand vervierfachen, während er im letzteren Falle vielmehr um die Hälfte **) vermindert würde (583). Bei der Verdoppelung der Geschwindigkeit erhält man also einen achtmal so grossen Widerstand als bei der Verdoppelung des Querschnittes, während beide Maassregeln in der Wirkung hinsichtlich des hindurchgeführten Quantums einander gleich sind. Auf diesen wichtigen Punkt wird später noch zurückgekommen werden.

586. 4. Beschaffenheit der Stösse. — Die Wandungen der Wetterwege bieten dem Wetterstrome einen um so grösseren Widerstand dar, je unregelmässiger sie sind. So z. B. ist die Bewegung der Wetter eine leichtere in gemauerten, als in verzimmerten Strecken oder Schächten.

587. 5. Verlauf der Wetterwege. — Eine ganz gerade Strecke hält den Wetterstrom weniger auf, als eine gewundene oder gar scharf geknickte. Jede Krümmung ruft einen Stoss und in Folge dessen einen Geschwindigkeitsverlust hervor.

588. Die vorstehenden Gesetze lassen sich in eine einzige, sehr einfache Formel zusammenfassen. Sie ergeben sich übrigens durch directe Versuche über die Bewegung der Luft in irgend welchen Leitungen. Derartige Versuche zeigen, dass der Widerstand, welchen die Luft bei dieser Bewegung erfährt, proportional der Länge L und dem Querschnittsumfang P der Leitung, sowie dem Quadrate der Geschwindigkeit v, dagegen umgekehrt proportional der Querschnittsfläche S der Leitung ist. Der Widerstand ist demnach proportional dem Ausdrucke

$$\frac{LPv^2}{S}.$$

Wenn die Grösse des Widerstandes durch h ausgedrückt wird, so ist:

$$h = n\,\frac{LPv^2}{S},$$

worin n ein nach dem Verlaufe des Wetterweges und der Beschaffenheit der Wandungen, sowie nach dem für die Widerstandsgrösse angenommenen Maassstabe zu bestimmender Factor ist.

*) Selbstredend auch unter Combination beider Weisen.

**) Vergl. die Anmerkung bei Nr. 583. L.

Für die gewöhnlichen Grubenbaue hat der Belgier Devillez auf Grund zahlreicher, bei verschiedenen Kohlengruben angestellter Ermittelungen und indem er die Grösse des Widerstandes durch eine in Millimetern gemessene Wassersäule ausdrückt, als Werth des Coefficienten n die Zahl

$$0{,}0018$$

gefunden.

Der Widerstand gegen das Hindurchströmen der Wetter durch eine Grubenstrecke wäre demnach auszudrücken durch:

$$h = 0{,}0018 \, \frac{L P v^2}{S}.$$

589. Diese Formel gestattet mehrere interessante Aufgaben aus dem Gebiete der Wetterführung mit Leichtigkeit zu lösen. Es mögen hier einige Beispiele betrachtet werden.

Welcher Widerstand in Millimetern Wassersäule ist zu überwinden, um ein Luftvolumen von 4 cbm pro Secunde durch eine Strecke oder ein Streckensystem von 2000 m Länge und dem in Fig. 272 dargestellten Querschnitte hindurchzuführen?

Es ist in diesem Falle:

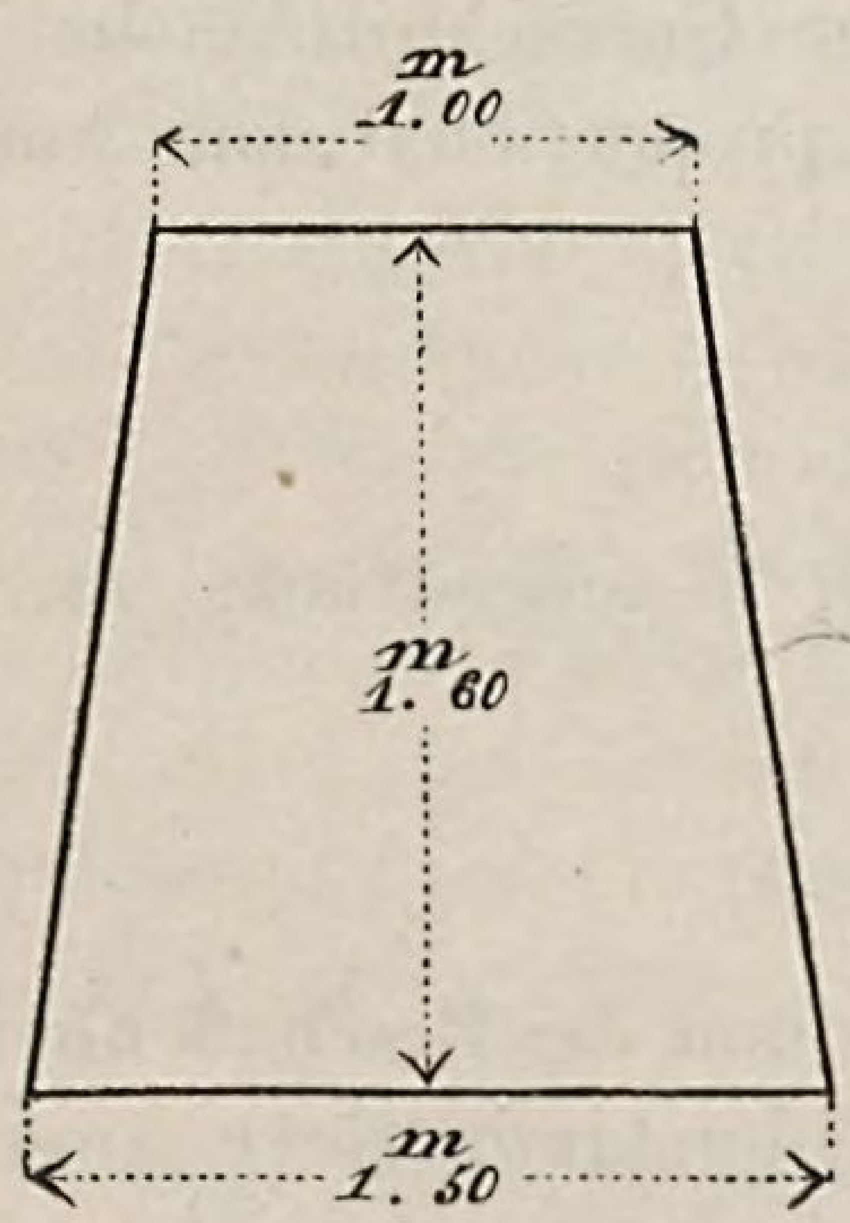
$$L = 2000 \text{ m},$$

$$P = 1{,}50 + 1{,}00 + 2 \,.\, 1{,}60 = 5{,}7 \text{ m},$$

$$S = \frac{1{,}50 + 1{,}00}{2} \cdot 1{,}60 = 2 \text{ qm}.$$

Um nun v zu finden, braucht nur die in Quadratmetern ausgedrückte Querschnittsfläche durch das in Cubikmetern ausgedrückte Luftquantum dividirt zu werden. Wenn also V dieses Luftquantum ist, so ist:

Fig. 272.



$$v = \frac{V}{S}.$$

Im vorliegenden Falle ist folglich:

$$v = \frac{4}{2} = 2 \text{ m}.$$

Setzt man die verschiedenen Werthe von L, P, v und S in die obige Formel:

$$h = 0{,}0018 \, \frac{L P v^2}{S}$$

ein, so ergiebt sich für den gesuchten Widerstand:

$$h = 0{,}0018 \, \frac{2000 \,.\, 5{,}7 \,.\, 2^2}{2}$$

$$h = 41 \text{ mm Wassersäule}.$$

Es ist ersichtlich, dass, wenn die Wegeslänge beispielsweise verdoppelt wird, während alle anderen Umstände gleich bleiben, der Widerstand sich ebenfalls verdoppelt, denn es wird dann:

$$h = 0{,}0018 \frac{4000 \cdot 5{,}7 \cdot 2^2}{2}$$

$$h = 82 \text{ mm}.$$

Angenommen jetzt, dass durch die 2000 m lange Strecke das doppelte Luftquantum, also 8 cbm statt 4 cbm pro Secunde, hindurchgeführt werden solle. Wenn der Querschnitt derselbe bleibt, so muss die Stromgeschwindigkeit sich verdoppeln, also von 2 m auf 4 m steigen; der Widerstand wird dann:

$$h = 0{,}0018 \frac{2000 \cdot 5{,}7 \cdot 4^2}{2}$$

$$h = 164 \text{ mm}.$$

Der Widerstand wird also auf diese Weise vervierfacht.

Fig. 273.

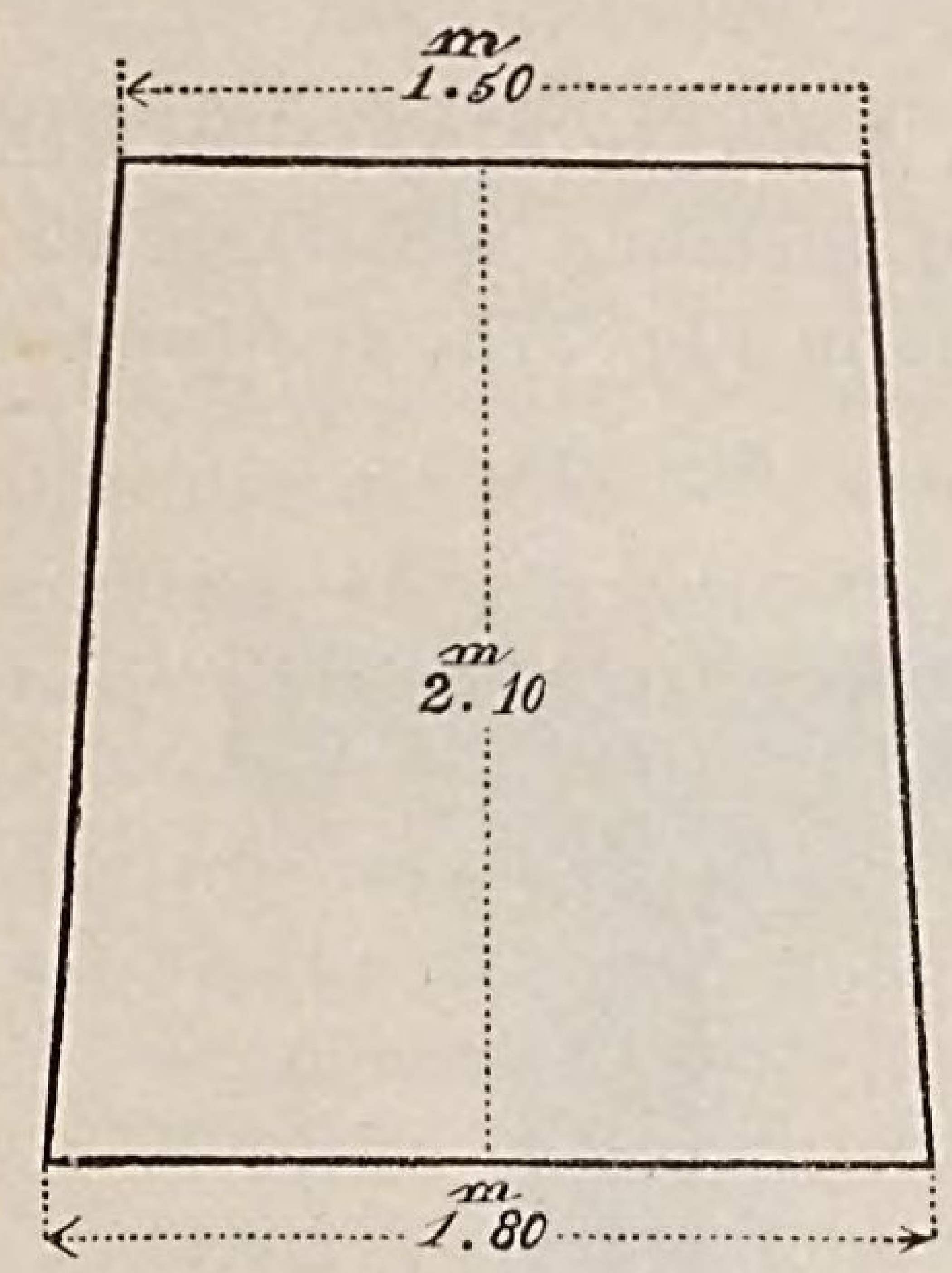
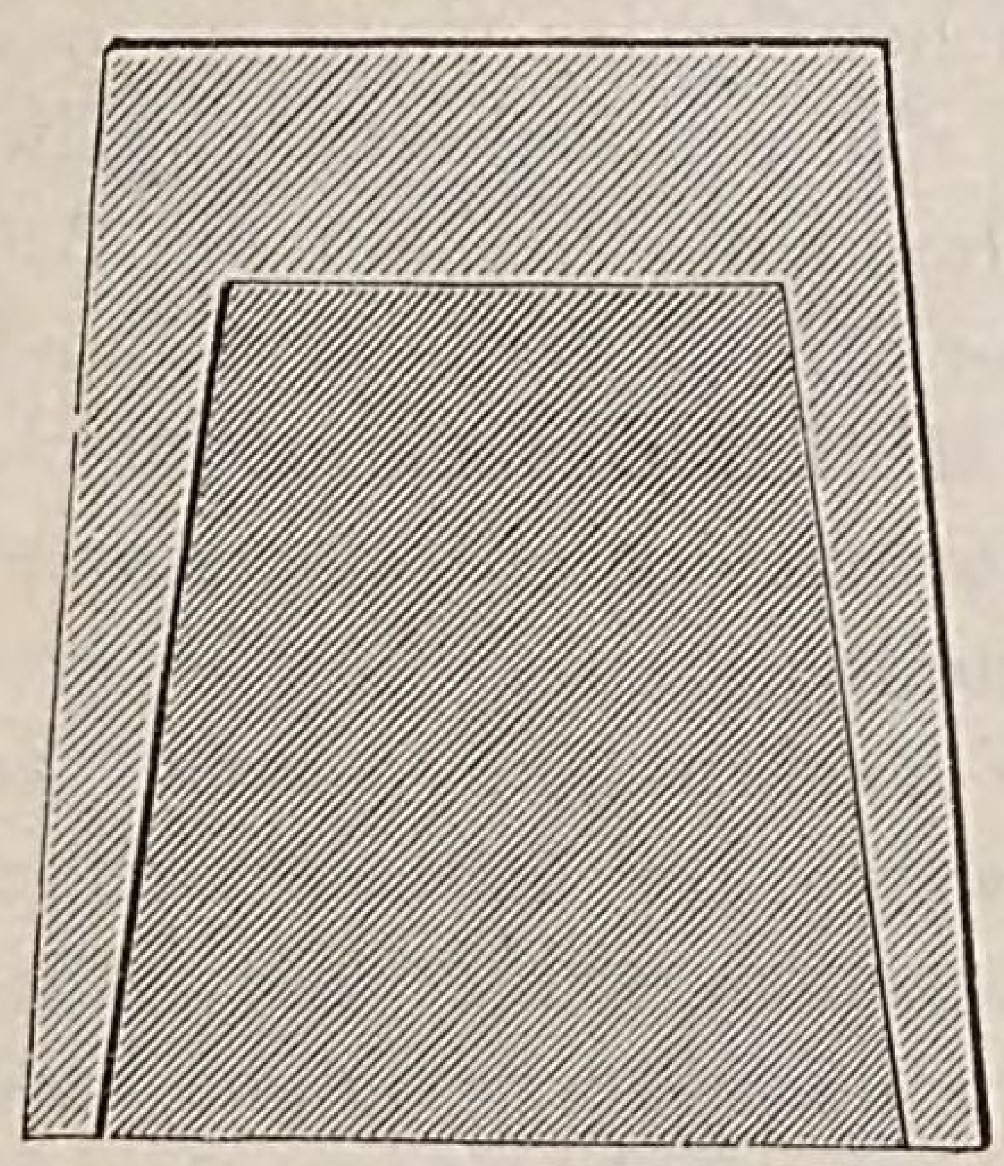


Fig. 274.



Wenn dagegen der Querschnitt vergrössert wird und die Dimensionen von Fig. 273 erhält, so berechnet sich der Widerstand für dieselben 8 cbm folgendermaassen:

$$P = 7{,}50$$

$$S = 3{,}46$$

$$V = \frac{8}{3{,}46} = 2{,}31$$

$$h = 0{,}0018 \frac{2000 \cdot 7{,}50 \cdot 2{,}31^2}{3{,}46}$$

$$h = 41 \text{ mm},$$

wie in dem ersten Falle für 4 cbm.

Um das Luftquantum von 4 cbm auf 8 cbm pro Secunde zu bringen, vervierfacht man also bei der einen Methode den Widerstand, während bei der anderen Methode derselbe Zweck ohne jede Vergrösserung des Widerstandes, einzig und allein durch Vergrösserung des Streckenquerschnitts von 2 auf 3,46 qm, also im Verhältniss von 1 zu 1,73, erreicht wird. Einen guten Begriff von diesem Verhältniss giebt die Betrachtung von Fig. 274, in welcher beide Querschnitte maassstäblich aufgezeichnet sind.

Es wird an anderer Stelle gezeigt werden, dass, wenn die Wettervermehrung durch Verstärkung der Depression herbeigeführt wird, der

durch den Bergeversatz und andere Undichtigkeiten verloren gehende Bruchtheil im gleichen Verhältniss wächst, dass also der auf Seiten der Querschnittsvergrösserung liegende Vortheil in Wirklichkeit noch grösser ist, als vorstehend angegeben.

Das betrachtete Beispiel zeigt, wie ausserordentlich eine Wetterführung durch verhältnissmässig unbedeutende Vergrösserung der Streckenquerschnitte verbessert werden kann.

590. Zusammenstoss zweier oder mehrerer Wetterströme. — Andere Widerstände, welche ebenfalls sehr nachtheilig auf den Wetterzug einwirken, können beim Zusammentreffen mehrerer Wetterströme entstehen.

Angenommen z. B., zwei Wetterströme AA' (Fig. 275) sollen sich vereinigen, um als Strom B in einer neuen Richtung weiterzugehen. Wenn nun der Zusammenstoss so erfolgt, wie in Fig. 275, so hemmen

Fig. 275.

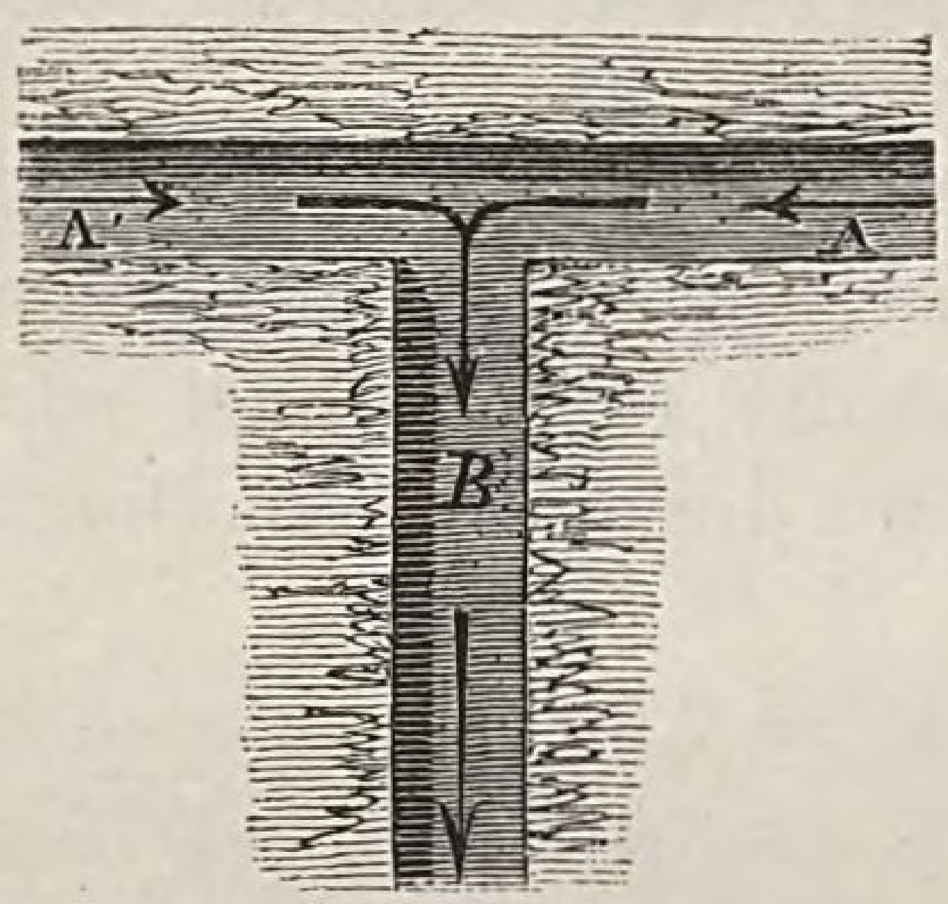
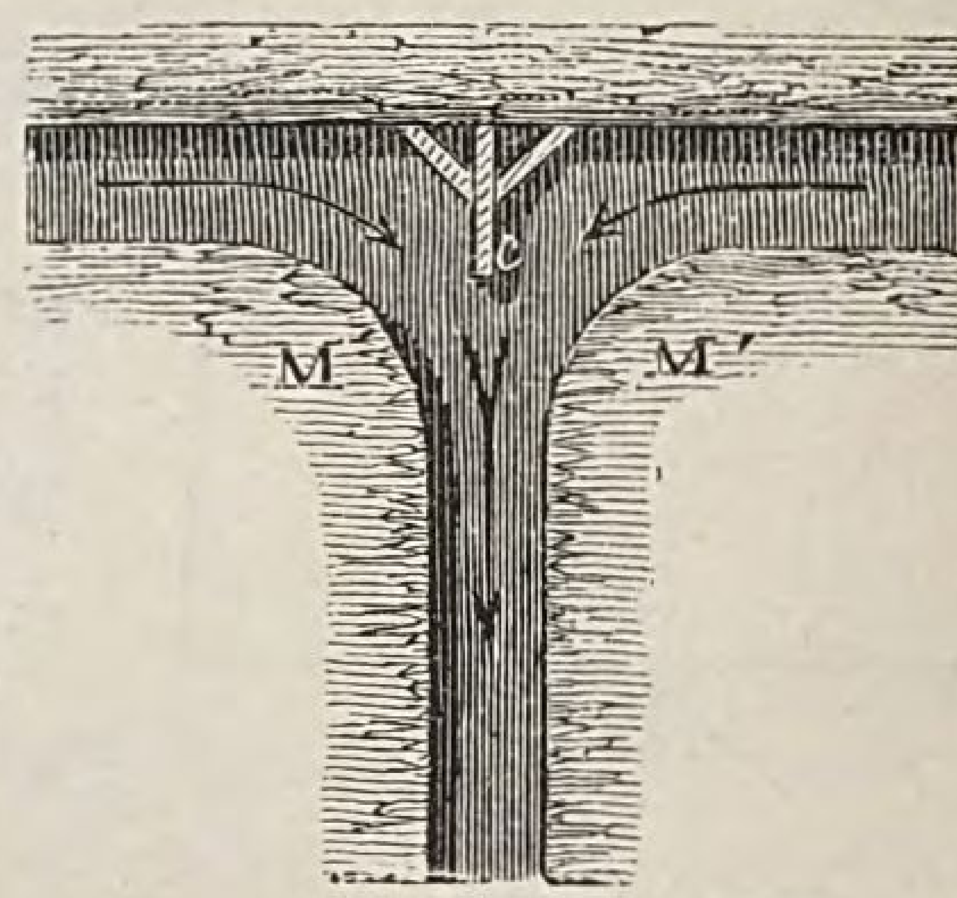
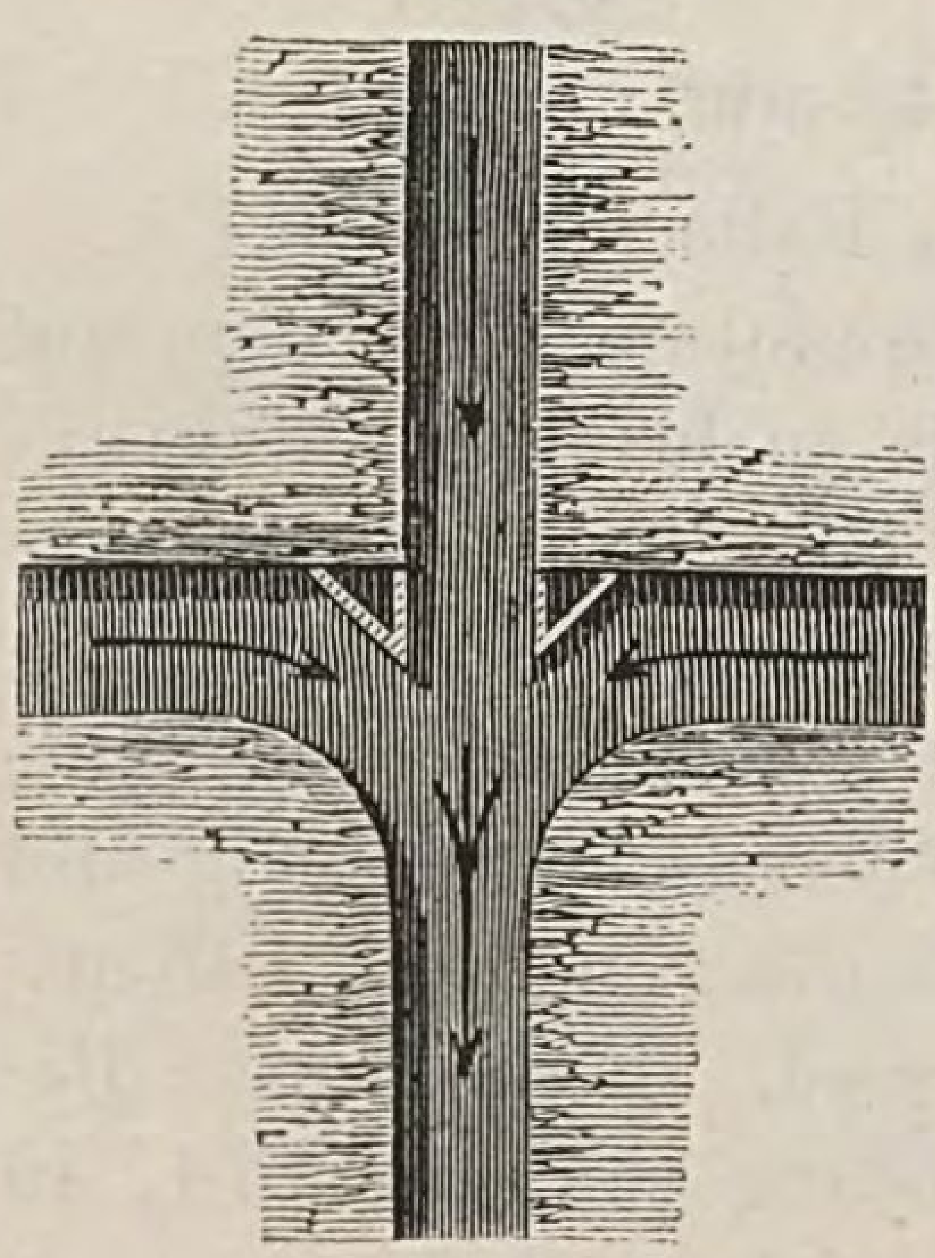


Fig. 276.



sich die beiden Ströme in einem sehr merklichen Grade; wenn sie nicht gleich stark sind, kann sogar der stärkere den schwächeren gänzlich zurückstauen. Man muss deshalb ein Aufeinanderstossen der Ströme vermeiden, indem man die Ecken MM' (Fig. 276) abrundet und bei C einen Bretterscheider mit abgestumpften Winkeln herstellt.

Fig. 277.



Aehnliche Vorkehrungen müssen getroffen werden, wenn drei Ströme sich zu einem einzigen vereinen (Fig. 277), überhaupt überall da, wo ein Stoss erfolgen kann. So ist es auch sehr empfehlenswerth, die scharfen Richtungsänderungen, welche die Einzelströme etwa auf ihrem Wege zu überwinden haben, durch Abstumpfung der Winkel weniger hemmend zu gestalten. Im gegebenen Falle wird sich die geeignete Disposition immer leicht finden lassen.

591. Nach demselben Principe hindert auch das Herabfallen von Wasser in den ausziehenden Schächten die Wetterführung. Vorkommendenfalls muss man also Sorge tragen, dass die Wasser gesammelt und in Rohrleitungen bis zur Sohle des Schachtes oder bis zu einer Zwischenstrecke geleitet werden.

592. Die Führung des Wetterstromes im Allgemeinen. — Um zu einer allgemeinen Regel, welche bei der Führung des Wetterstromes in einer Kohlengrube zu beachten ist, zu gelangen, muss man sich zunächst das Verhalten des sich entwickelnden Grubengases zu dem Wetterstrome vor Augen stellen.

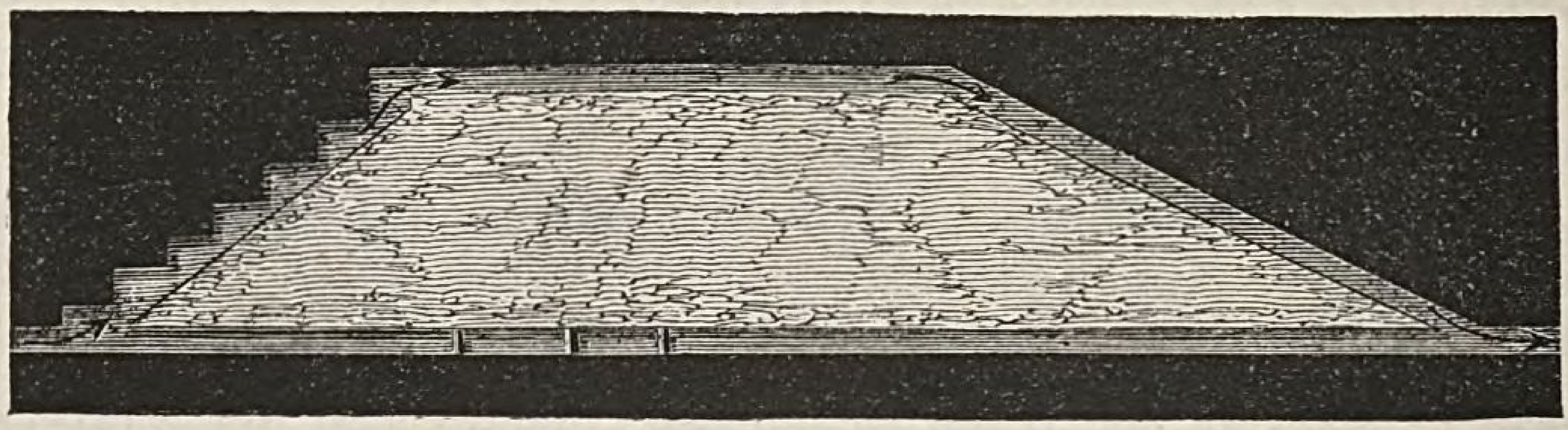
Da das Grubengas viel leichter ist als die atmosphärische Luft, so strebt es stets in die Höhe zu steigen. Wenn also der Wetterstrom vor einem Abbaustosse in aufwärts gehender Richtung vorbeistreicht, so wird er dabei von dem Grubengase unterstützt, während er bei abwärts gehender Richtung durch dasselbe gehemmt wird. Sodann ist auch die natürliche Erwärmung der Wetter in den Grubenbauen von Einfluss. Durch sie wird die Grubenluft im Laufe ihrer Circulation immer dünner und folglich leichter, die Erwärmung unterstützt mithin ebenfalls den Wetterstrom in aufsteigender Richtung. Ausserdem will man beobachtet haben, dass die Diffusion des Grubengases in der Luft, d. h. die innige Vermengung des ersteren mit der letzteren, nur dann mit der wünschenswerthen Schnelligkeit vor sich geht, wenn der Luftstrom dieselbe Richtung hat, welche das Gas im Momente seines Austritts zu verfolgen strebt; diese Wahrnehmung ist jedoch nicht unbestritten und verdient noch zum Gegenstande besonderer Untersuchungen gemacht zu werden. Jedenfalls empfiehlt es sich dringend, in Schlagwettergruben die Wetter möglichst direct bis auf den tiefsten Punkt fallen zu lassen und von da lediglich in aufsteigender Richtung zu führen. Dies ist denn auch die bekannte, allgemeine Regel.

593. Es kommt nun aber zuweilen für einzelne Abbaufelder der Fall vor, dass eine aufsteigende Wetterführung mit allzu grossen Umständen und Kosten verbunden sein würde oder sogar überhaupt unmöglich ist. In einem solchen Falle, der übrigens immer nur ausnahmsweise und in beschränktem Umfange sich einstellt, muss also in eine wieder absteigende Führung der Wetter, in eine rückläufige Wetterlosung, gewilligt werden.

In Belgien bedürfen derartige Betriebe einer besonderen bergpolizeilichen Erlaubniss, mit welch' letzterer die zur Verminderung der Gefahr geeigneten Bedingungen festgesetzt werden. Eine dieser Bedingungen ist dort die, dass die frischen Wetter jedenfalls vor den Abbaustössen aufsteigen und die Abwärtsführung durch eine regelmässig und nicht über 10^0 geneigte Wetterstrecke erfolge (Fig. 278, a. f. S.). Ausserdem wird eine Maximal-Seigerhöhe (gewöhnlich 10 m) festgesetzt,

welche das mit rückläufiger Wetterführung abgebaute Feld nicht überschreiten darf. Für jeden einzelnen Fall wird ferner ein Minimal-Luftquantum vorgeschrieben, welches vor den betreffenden Abbaustössen vorbeigeführt werden muss und welches auf polizeilichem Wege con-

Fig. 278.



trolirt wird. Die Behörde bestimmt auch die Anzahl und Disposition der Wetterthüren (597), welche den Wetterstrom hinaufdrängen sollen, und ordnet endlich eine besondere Aufsicht über bestimmte Punkte bezüglich der Wetterführung und Beleuchtung an.

Abgesehen von solchen Ausnahmefällen hat in Gruben mit Schlagwetterbildung die Wetterführung in aufsteigender Richtung zu erfolgen. Diese Regel wird noch durch eine andere Rücksicht begründet. Es ist bedenklich, die verdorbenen Wetter durch die zur Fahrung der Arbeiter dienenden Förderstrecken zu führen; das Richtige ist vielmehr, diese Wetter durch die oberen, viel weniger belebten Strecken abziehen zu lassen.

594. Eine zweite Hauptregel der Wetterführung ist die, den Wetterstrom zu theilen. Beim Durchströmen eines Abbaufeldes erwärmen sich die Wetter und schwängern sich mit Grubengas, werden also ungeeignet, noch andere Abbaupunkte zu ventiliren. Der einfallende Strom ist demnach principiell in so viele Zweige zu theilen, als Abbaufelder*) in Betrieb sind. Durch eine derartige Theilung wird die ganze Grube nicht nur gleichmässiger, sondern auch leichter ventilirt. Zur Erläuterung dieser letzteren Thatsache diene folgende theoretische Betrachtung:

Man stelle sich eine Grube in zwei symmetrische Abtheilungen von gleicher Streckenlänge L und durchweg gleichem Querschnitt S, sowie gleichem Streckenumfange P getheilt, vor. Wird nun ein bestimmtes Wetterquantum Q einmal ungetheilt durch beide Abtheilungen hinter einander, das andere Mal aber in zwei gleiche Ströme getheilt durch beide Abtheilungen neben einander hindurchgeführt, so ist im

*) Ein solches Abbaufeld kann, je nach der Abbaumethode, aus einem einzigen breiten Strebstosse oder aus mehreren zusammengehörigen Strebstössen oder aus einer Reihe über einander liegender Abbaustrecken, beziehungsweise Pfeilerverhiebe bestehen. L.

ersten Falle die Geschwindigkeit doppelt so gross, als im zweiten Falle. Ist dann der Widerstand (588) bei dem ungetheilten Strome

$$h_1 = n \frac{2\,L\,.\,P\,.\,v^2}{S},$$

so ist er bei den beiden Theilströmen zusammen

$$h_2 = 2\,.\,n \frac{L\,.\,P\,.\left(\frac{v}{2}\right)^2}{S} = n \frac{L\,.\,P\,.\,v^2}{2\,S}.$$

Durch die Zweitheilung wird somit der Widerstand auf den vierten Theil reducirt. Theilt man jeden Zweig wiederum in zwei Theile, so wird der Widerstand gleich $^1/_{16}$ des ursprünglichen u. s. w. Wendet man also ungeachtet der Verminderung des Widerstandes vor wie nach die gleiche Triebkraft an, so wächst durch die Theilung das durch die Grube strömende Quantum.

Die Theilung des Wetterstromes ist übrigens für Schlagwettergruben geradezu eine Nothwendigkeit. Sie allein ermöglicht in solchen Gruben die für eine grössere Production erforderliche Ausdehnung der Abbaustösse. Wenn das zur Fortspülung der schädlichen Gase nothwendige Luftquantum als ein einziger Strom alle Baue hinter einander durchstreichen sollte, würde man zu ganz enormen Stromgeschwindigkeiten und ganz übermässig starken Motoren gelangen.

Ausser der Verringerung der Geschwindigkeit und des Kraftaufwandes hat die Theilung des Wetterstromes auch noch den hochwichtigen Vortheil, die Ausdehnung etwaiger Schlagwetterexplosionen zu beschränken, indem die einzelnen Abbaufelder von einander isolirt werden. Wenn eine Explosion erfolgt, so trifft sie nur den Arbeitspunkt oder höchstens die Gruppe von Arbeitspunkten, wo sie entsteht, ohne dass sich ihre verheerenden Wirkungen über andere Theile der Grube verbreiten.

Das Princip der Theilung des Wetterstromes steht im Einklang mit der für Schlagwettergruben so wichtigen Regel, dass die Wetter in den Abbaufeldern stets aufwärts geführt werden sollen. Die Theilung ist endlich auch günstig für die Erhaltung der Zimmerung, wie für die gesundheitlichen Verhältnisse der Arbeitsräume.

In Belgien und Nordfrankreich*) giebt sich die Theilung des Wetterstromes in Folge der nothgedrungenen Zerstreuung des Betriebes auf viele, wenig mächtige Flötze ganz von selbst. Bei flachliegenden, mächtigen Flötzen hingegen, z. B. in England, wo oft die ganze Förderung einer Grube von einem einzigen Flötze kommt, ist die Theilung des Wetterstromes schwieriger. Dort sind denn auch viele in dieser Beziehung fehlerhafte Abbausysteme heimisch, welchen die so zahl-

*) Auch vielfach in Deutschland. L.

reichen grossen Unglücksfälle des englischen Kohlenbergbaues zum Theil zuzuschreiben sind. Es muss jedoch hier gleich bemerkt werden, dass diese fehlerhaften Abbausysteme mehr und mehr verschwinden und dass die gegenwärtig verbreitetsten Methoden gerade die grösstmöglichste Theilung des Wetterstromes zum Zwecke haben.

595. Nach Vorstehendem sind als Grundregeln der Wetterführung folgende zu merken:

1. Jedes einzelne Abbaufeld*) erhalte seinen eigenen frischen Wetterstrom.

2. Der Wetterstrom durchziehe die Abbaufelder stets in aufsteigender Richtung.

3. Zu geringe Querschnitte, zu scharfe Biegungen, Zusammenstösse zweier oder mehrerer Ströme sind zu vermeiden.

596. Es mögen nun einige Punkte, hauptsächlich der Punkt der Wettervertheilung, etwas eingehender verfolgt werden.

Wie die einzelnen Theilströme ihren Luftquantitäten nach zu reguliren sind, lässt sich nicht theoretisch bestimmen. Das für einen einzelnen Abbaustoss oder eine Gruppe von Abbaustössen nothwendige Wetterquantum hängt in erster Linie von der Grubengasentwickelung ab. Diese aber folgt keinem bestimmten Gesetze und wechselt von einem Punkte zum anderen, ja von einem Tage zum anderen.

Die einzige praktische Regel für die Wettervertheilung ist die, dass immer hinreichende Mittel zur Verfügung stehen müssen, um die Wettermenge jedes beliebigen Punktes nach Bedürfniss so lange zu verstärken, bis eine etwa aufgetretene Schlagwettergefahr vollständig wieder beseitigt ist. Der Betriebsleiter muss demnach einerseits jeden Augenblick in der Lage sein, das durch die Grube strömende Gesammt-Luftquantum nach Bedürfniss zu vergrössern, andererseits aber auch die Mittel in der Hand haben, dieses Quantum in den Bauen beliebig zu vertheilen; er muss den einen Strom verringern und den anderen dafür verstärken können, je nachdem hier oder dort ein Mangel an frischer Luft sich fühlbar macht.

597. Die Vertheilung der Wetter geschieht mit Hülfe von Wetterthüren. Wollte man die frische Luft sich frei durch die Grubenbaue vertheilen lassen, so würde sie dies genau in der umgekehrten Weise thun, als sie soll. Sie würde nur diejenigen Wege aufsuchen, wo sie den geringsten Widerstand fände, mithin nur die nahe beim Schachte befindlichen Baue ventiliren und die entfernteren gar nicht berühren. Gerade die letzteren sind aber diejenigen, welchen die grössten Luftmengen gewidmet werden müssen, da auf dem Wege zu ihnen ohnehin durch Undichtheiten und Bergeversatz die grössten Verluste entstehen.

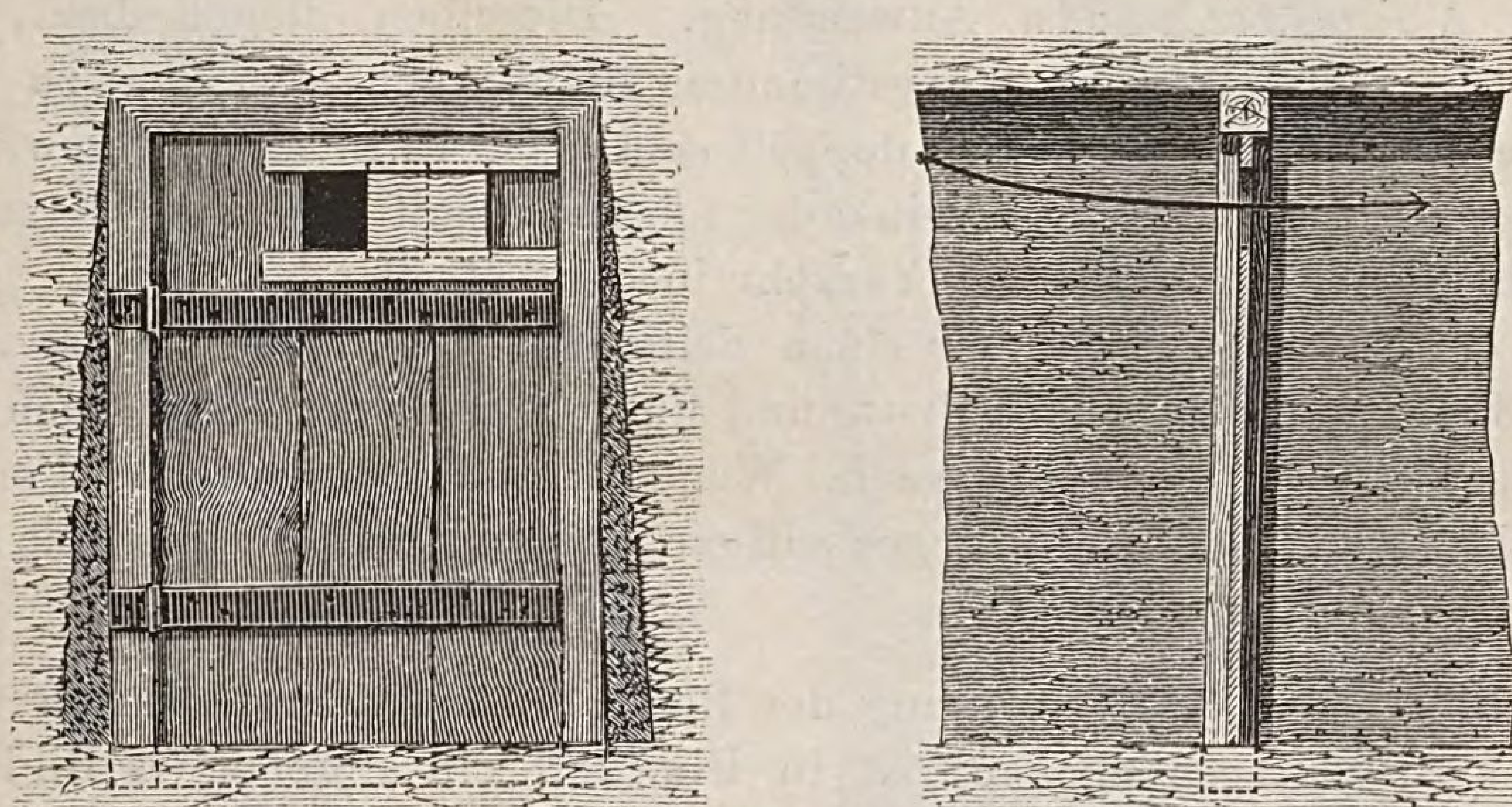
*) Vergl. die Anmerkung S. 358. L.

598. Die Wetterthüren erhalten Schieberöffnungen, mittelst deren das Luftquantum, welches die vor oder hinter ihnen gelegenen Baue ventiliren soll, regulirt wird. Die Thüren werden so aufgestellt, dass sie sich gegen den Wetterstrom öffnen, dass also dieser das Bestreben hat, sie geschlossen zu halten. Der Rahmen muss etwas geneigt stehen, damit die Thür durch ihr Gewicht von selbst zufällt.

Man hat vorgeschlagen, die Wetterthüren so einzurichten, dass sie sich nach beiden Seiten öffnen können, damit sie durch den Stoss einer Explosion nicht umgeworfen werden. Diese in ihrem Zwecke durchaus anerkennenswerthe Idee hat in der Praxis bis jetzt noch keine ausgedehntere Aufnahme gefunden.

Der Schieber muss so hoch als möglich angebracht werden (Fig. 279), damit das stets nach oben steigende Grubengas von der Firste fort-

Fig. 279.



während weggespült wird. Zumal auf der Rückseite der Thür würde sich dieses Gas unvermeidlicher Weise ansammeln, wenn die Schieberöffnung zu tief angebracht wäre.

Die regulirenden Wetterthüren können entweder in den einziehenden oder in den ausziehenden Strecken aufgestellt werden. Die Aufstellung in den einziehenden Strecken bietet den Vortheil, dass die Thüren hier einerseits leichter zu revidiren sind, andererseits auch den Abzug der Gase nach dem Wetterschachte nicht hindern, falls sich solche einmal plötzlich oder in ungewöhnlicher Menge an einem Arbeitspunkte entwickeln sollten. Wenn in einem solchen Falle die Wetterabzugsstrecke durch eine Regulirthür bis auf einen kleinen Querschnitt versperrt ist, so kann die plötzlich sich entwickelnde Gasmasse dadurch zurückgehalten werden und sich unter Umständen bis zum Schachtfüllorte stauen. Hier kann dann ihr unerwartetes Auftreten grosses Unglück herbeiführen. Die Katastrophe, welche sich im Jahre 1865 auf dem Schachte Sainte-Catherine der Kohlengrube Midi de Dour in

Belgien ereignete und 57 Mann das Leben kostete, war nur auf diese Weise zu Stande gekommen.

Für Gruben, welche durch plötzliche Grubengaseruptionen gefährdet sind, ist daher die Aufstellung der Regulirthüren in den Wetterabzugsstrecken verwerflich. Sie haben in diesen Strecken allerdings den Vortheil, den Verkehr weniger zu behindern, als in den Förderstrecken. Gegenüber der Sicherheit der Menschenleben darf dieser Umstand selbstverständlich keine Rolle spielen. Wenn dagegen die Entwickelung des Grubengases stets nur unbedeutend ist, sind die Wetterabzugsstrecken zur Aufnahme der Thüren der Bequemlichkeit wegen die geeignetsten. Die letzteren werden dabei zweckmässig an den Eingang der betreffenden Strecken gestellt, damit sie im Falle der Noth leicht zugänglich sind.

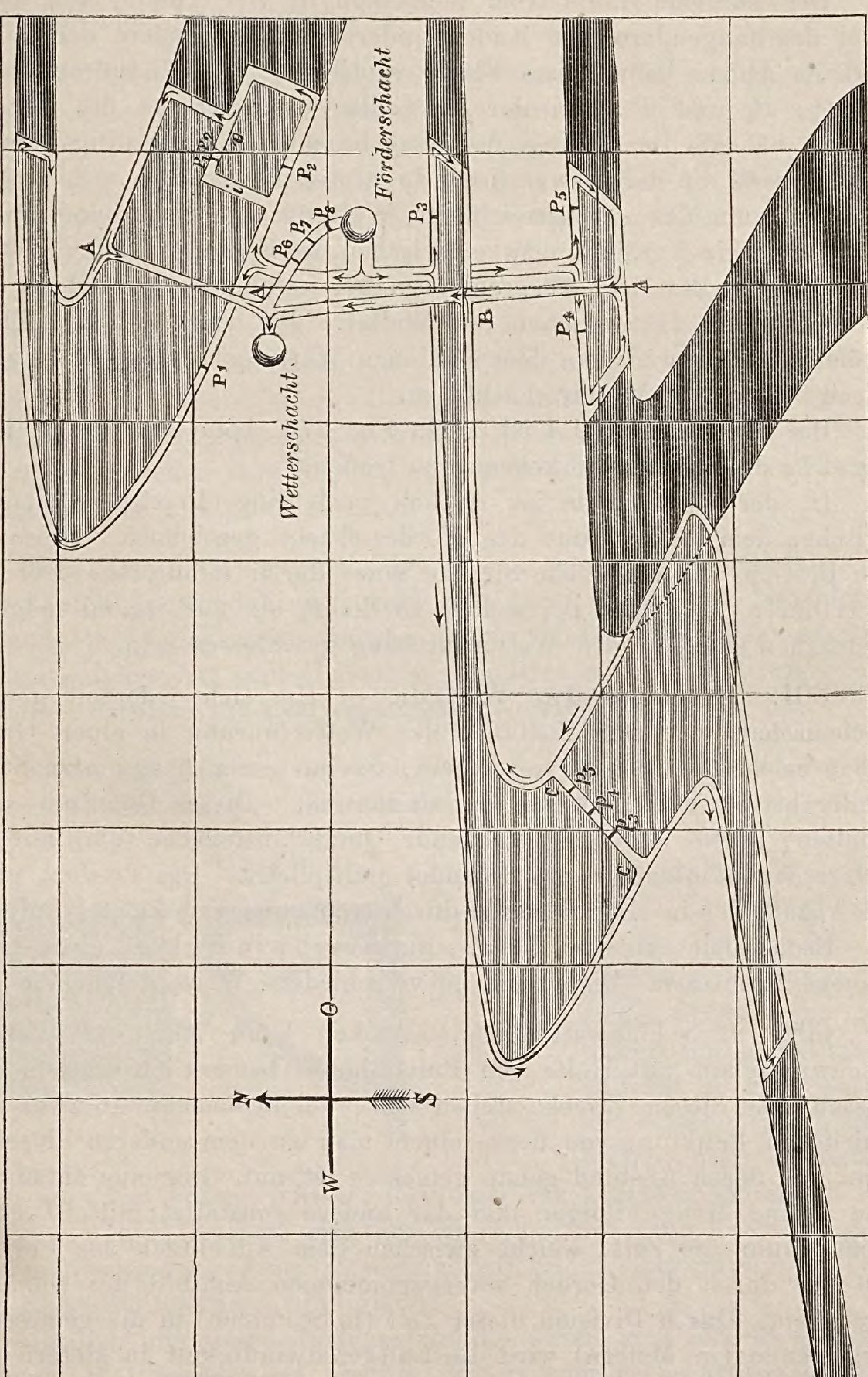
599. Ausser den hier besprochenen Regulirthüren finden auch Absperrthüren Anwendung. Dieselben dienen dazu, den Durchzug der Wetter in bestimmten Richtungen gänzlich zu verhindern. Sie müssen immer doppelt sein, d. h. es müssen in gewissem Abstande zwei Thüren auf einander folgen, damit stets eine derselben geschlossen ist. Wenn der Verkehr in der betreffenden Strecke gross und der Luftdruck von der einen Seite ein bedeutender ist, so muss der Sicherheit wegen eine dritte und unter Umständen sogar noch eine vierte Thür hinzugefügt werden. Wenn diese Thüren in einer Förderstrecke stehen, muss ihr gegenseitiger Abstand gross genug sein, um einen Wagenzug aufzunehmen.

600. Um die Anordnung der Regulir- und Absperrthüren noch besser zu veranschaulichen, ist in Fig. 280 ein allgemeines Bild von einem Kohlengruben-Gebäude gegeben.

Der durch den Förderschacht einfallende Wetterstrom theilt sich gleich am Füllorte in zwei Theile, von denen der eine sich nach Norden, der andere sich nach Süden wendet. Der Nordstrom theilt sich an der Stelle, wo er das Flötz erreicht, wieder in zwei Theile. Einer dieser Theilströme zieht nach Westen, um den auf dem Gegenflügel (dem Dressant) zu Felde rückenden Abbau zu ventiliren; der andere geht nach Osten, um dort zwei auf dem Plateur etablirte Streben zu bestreichen. Das für jedes dieser Abbaufelder bestimmte Luftquantum wird durch die in der östlichen, beziehungsweise in der westlichen Strecke aufgestellten Schieberthüren P_1 und P_2 regulirt. Damit der Oststrom nicht durch den Bremsberg i und die Theilungsstrecke v direct zu der zweiten Strebe hinaufsteige, ohne die untere zu bestreichen, befinden sich in der Theilungsstrecke zwei Absperrthüren p_1 und p_2. Es sind hier zwei Stück nothwendig wegen des fortwährenden Verkehrs von Förderwagen zwischen der oberen Strebe und dem Bremsberge. Das häufige Oeffnen und die unvermeidlichen Un-

dichtigkeiten dieser Thüren lassen immer noch genug Wetter zur Ventilation der Zwischenstrecke durchziehen. Der Ost- und der West-

Fig. 280.



strom vereinigen sich, nachdem sie vor den Abbaustössen hinaufgezogen sind, beim Punkte *A* und ziehen durch den Querschlag in der Wetter-

sohle dem Wetterschacht zu. An jenem Punkte A ist Sorge zu tragen, dass die beiden Ströme nicht auf einander prallen (590).

Der südliche Hauptstrom theilt sich in vier Theile, von denen zwei das hangendere, die beiden anderen das liegendere der beiden dort im Abbau befindlichen Flötze ventiliren. Regulirthüren stehen bei P_3, P_4 und P_5. In der westlichen Grundstrecke des ersteren Flötzes hat die im Anfang dort angebrachte Thür beseitigt werden können, weil die daselbst vorliegende grosse Wegeslänge schon allein ausreicht, um das durchstreichende Wetterquantum zu beschränken. Bei CC ist ein Verbindungsweg zwischen der Förder- und der Wettersohle dargestellt; drei Absperrthüren p_3, p_4 und p_5 verhindern dort ein vorzeitiges Hinaufziehen der Wetter. Die vier südlichen Theilströme vereinigen sich in dem südlichen Wetterquerschlag und ziehen durch diesen dem Wetterschachte zu.

Bei den Punkten AA ist die in Fig. 276, beim Punkte B die in Fig. 277 dargestellte Vorkehrung zu treffen.

In der Wettersohle ist endlich noch eine directe Verbindung zwischen dem Wetter- und dem Förderschacht gezeichnet. Diese für den Betrieb unentbehrliche Strecke muss durch mindestens drei Absperrthüren p_6, p_7 und p_8, welche so dicht, als nur irgend möglich, zu machen sind, für den Wetterdurchzug geschlossen sein.

601. Messung der Wetter. — Um sich jederzeit genaue Rechenschaft von dem Zustande der Wetterführung in einer Grube geben zu können, ist es von Werth, das an einer bestimmten Stelle hindurchströmende Luftquantum zu messen. Dieses Quantum wird erhalten, indem man die betreffende Querschnittsfläche (qm) mit der Luftgeschwindigkeit (m pro Secunde) multiplicirt. Das Product giebt die Anzahl der in einer Secunde durchströmenden Cubikmeter Luft an.

Es handelt sich also darum, die Geschwindigkeit eines Luftstromes zu messen. Dies kann auf verschiedene Weise geschehen.

602. In schlagwetterfreien Strecken kann man die Wettergeschwindigkeit mit Hülfe von Pulverdampf bemerklich machen und messen. Zu diesem Zwecke stellen sich zwei Beobachter an zwei verschiedenen Punkten, von deren einem man zu dem anderen hinsehen kann und deren Abstand genau gemessen ist, auf. Der eine entzündet eine kleine Menge Pulver und der andere constatirt mittelst einer Secundenuhr die Zeit, welche zwischen dem Aufblitzen des Pulvers und der durch den Geruch wahrgenommenen Ankunft des Dampfes verstreicht. Durch Division dieser Zeit (in Secunden) in die gemessene Wegeslänge (in Metern) wird die Luftgeschwindigkeit in Metern pro Secunde erhalten.

Zu dem in Rede stehenden Versuche wählt man einen Streckentheil, in welchem der Querschnitt ziemlich gleichmässig ist. Jedenfalls

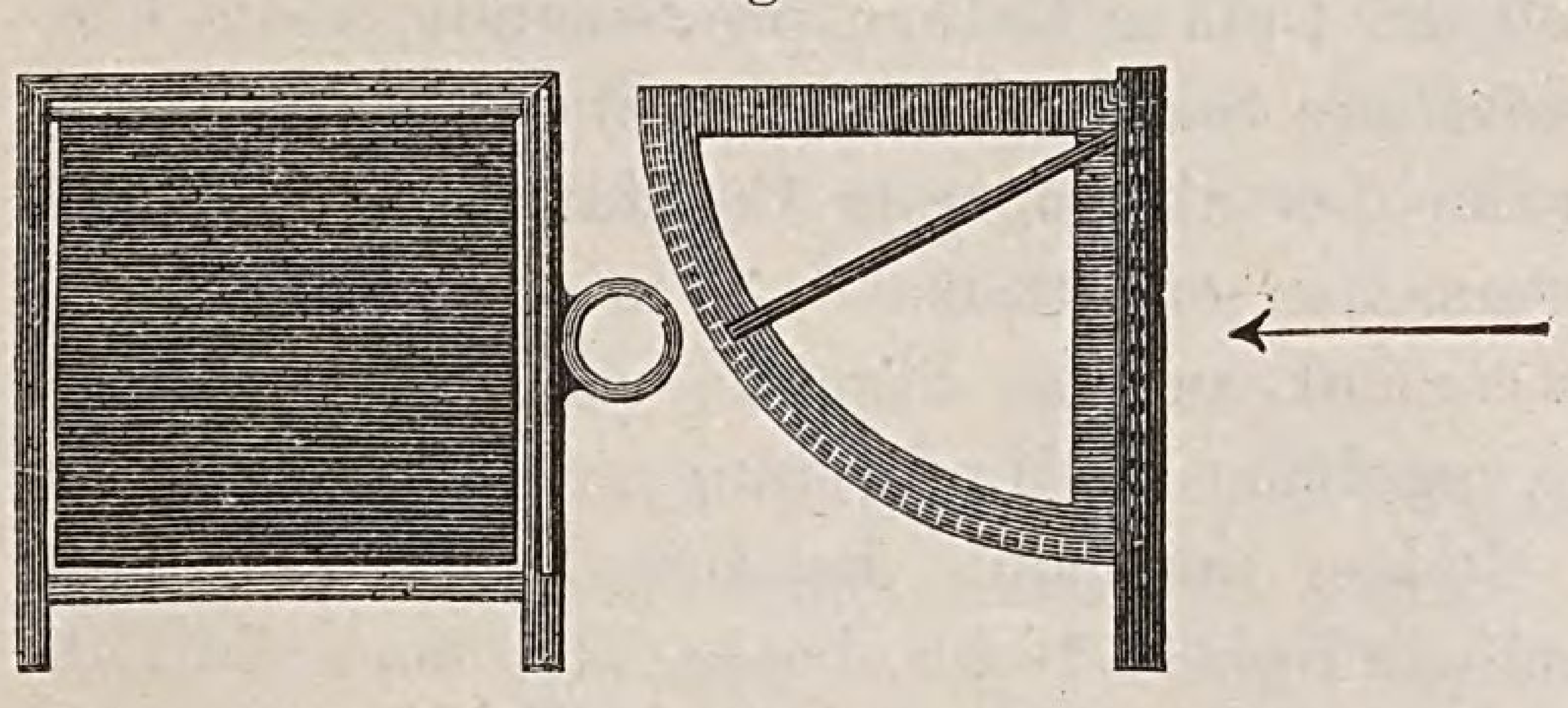
misst man den Querschnitt an verschiedenen Stellen und nimmt den Durchschnitt. Durch Multiplication dieses mittleren Querschnittes mit der gefundenen Geschwindigkeit ergiebt sich das in der Secunde durchströmende Luftvolumen.

603. Die vorstehend beschriebene Methode ist einfach; sie erfordert keinen besonderen Apparat oder gestattet wenigstens die Zuverlässigkeit anderer Apparate direct zu controliren. Um ihr Princip auch in schlagwettergefährdeten Strecken anwenden zu können, hat man vorgeschlagen, das Pulver durch flüchtige, stark riechende Stoffe, z. B. Essigäther, zu ersetzen. Letztere Flüssigkeit verflüchtigt sich sehr schnell bei gewöhnlicher Temperatur und ihre Dämpfe sind durch den Geruch äusserst leicht wahrzunehmen. Um den Messversuch zu machen, füllt man den Essigäther in kleine, sehr dünnwandige Glasfläschchen, von denen der eine Beobachter unter gleichzeitigem Signalisiren mit seiner Lampe eines zerbricht. Der andere Beobachter constatirt die zwischen dem Signal und der Ankunft des stark riechenden Aetherdampfes verstreichende Zeit.

604. Das letztere Mittel ist jedoch wenig gebräuchlich. Wo Pulver nicht anwendbar ist, geht man statt dessen zu besonderen Instrumenten, sogenannten Anemometern, über. Die bekanntesten Apparate dieser Art sind diejenigen von Biram und von Dickinson. Dieselben beruhen auf zwei verschiedenen Principien.

605. Das Anemometer von Dickinson ist folgendermaassen construirt: Ein sehr leichter, kleiner Schirm (Fig. 281) ist an seinem oberen Rande an einer horizontalen Axe aufgehängt. In ruhiger Luft bleibt der Schirm in verticaler Stellung; in einem Strome von gewisser Geschwindigkeit entfernt er sich jedoch aus dieser Stellung und bildet mit derselben einen um so grösseren Winkel, je grösser die Luftgeschwindigkeit ist. Besagter Winkel markirt sich auf einem seitlich angebrachten, graduirten Kreisbogen. Jeder Theilstrich entspricht einer durch den Versuch festgestellten Geschwindigkeit.

Fig. 281.



Um nun mit diesem Instrumente die durch eine Strecke sich bewegende Wettermenge zu messen, bringt man es rechtwinkelig zur Streckenaxe an eine Stelle, wo der Querschnitt regelmässig und leicht zu berechnen ist. Man beobachtet dann den Winkel, welchen der

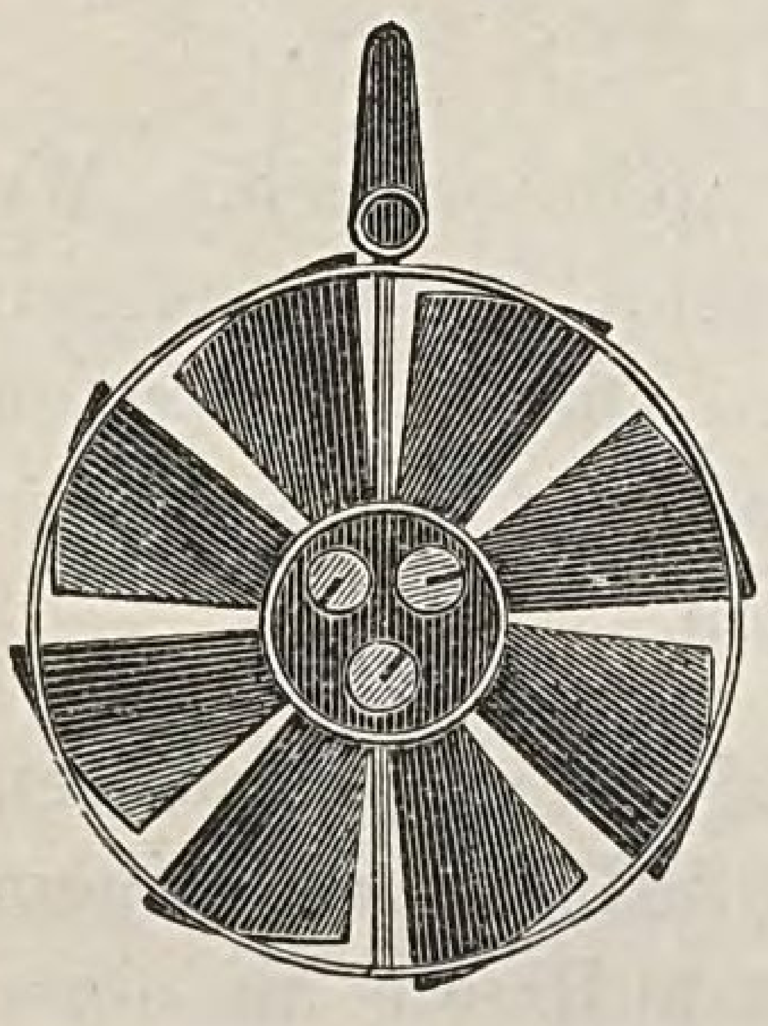
Schirm mit der Lothlinie bildet, liest an dem Theilkreise unmittelbar die Luftgeschwindigkeit in Metern pro Secunde ab und multiplicirt diese mit dem örtlichen Streckenquerschnitt.

Da die Geschwindigkeit der Luft nicht an allen Punkten des Querschnittes dieselbe sein kann, so wiederholt man den Versuch mehrmals, indem man das Instrument nach der Reihe an verschiedene Punkte des Querschnittes bringt, und nimmt als Geschwindigkeit das aus den verschiedenen Beobachtungen erhaltene Mittel an.

Das Anemometer von Dickinson ist einfach und bequem, aber seine Anwendung unterliegt einer Bedingung, welche nicht immer erfüllt ist: der Wetterstrom muss eine gleichbleibende Geschwindigkeit haben. Anderenfalls machen die fortwährenden Schwankungen des Schirmes ein Ablesen unmöglich.

606. Wenn letzterer Fall vorliegt, ist das Anemometer von Biram (Fig. 282) vorzuziehen. Dasselbe besteht aus einer Art von kleiner Windmühle mit schief gestellten Flügeln und horizontaler Drehungsaxe. Wenn es in einen Luftstrom gebracht wird, so versetzt dieser, indem er in schiefer Richtung auf die Flügel trifft, das Rad in Umdrehung. Die Geschwindigkeit der Drehung ist natürlich abhängig von derjenigen des Luftstromes. Mittelst kleiner Zeiger und Zifferblätter wird die Tourenzahl registrirt. Die Luftgeschwindigkeit ergiebt sich daraus nach der Formel

Fig. 282.



$$v = an + b,$$

worin v die Geschwindigkeit der Luft in Metern pro Secunde, n die Umdrehungszahl des Flügelrades pro Secunde, a und b aber zwei von der Empfindlichkeit des Instrumentes abhängende Constanten sind. Die letzteren werden folgendermaassen ermittelt:

Man bringt das Instrument an das Stangenende eines kleinen Göpels, welchem bestimmte, regelmässige Umdrehungsgeschwindigkeiten ertheilt werden können. Indem man nun den Göpel eine Zeit lang mit einer bestimmten Geschwindigkeit dreht, beobachtet man die Zahl der von dem Flügelrade ausgeführten Umdrehungen und setzt dann in der Gleichung

$$v = a n r + b$$

die Werthe für v und n ein. Hierauf lässt man den Göpel mit einer anderen Geschwindigkeit laufen und erhält dadurch eine zweite Gleichung

$$v' = a n' r + b,$$

in welcher ebenfalls nur a und b unbekannt sind. Aus den beiden Gleichungen lassen sich die beiden Unbekannten leicht bestimmen.

Man thut gut, bei jedem Anemometer die Formel von Zeit zu Zeit zu controliren, da dieselbe sich im Laufe des Gebrauches ändert.

In Ermangelung eines Göpels lassen sich brauchbare Annäherungswerthe auch dadurch erhalten, dass man mit dem Anemometer in ruhiger Luft zwei oder drei Minuten lang mit gleichmässigem Schritt sich fortbewegt und den Versuch mit einer anderen Ganggeschwindigkeit wiederholt.

Nachdem die Formel des Anemometers bestimmt ist, gehen die Wettermessungen in folgender Weise vor sich: Man stellt sich mit dem Instrumente an einer Stelle auf, wo der Streckenquerschnitt ein regelmässiger ist, und lässt das Flügelrad eine bestimmte Zeit, etwa zwei Minuten lang umlaufen. Dabei fährt man mit demselben in dem ganzen betreffenden Querschnitt umher und hält sich selbst soviel als möglich am Stosse zwischen der Zimmerung, um den Querschnitt nicht zu verengen *). Nachher liest man auf den Zifferblättern die Zahl der von dem Flügelrade ausgeführten Umdrehungen ab und berechnet daraus mittelst der Formel die Wettergeschwindigkeit in Metern pro Secunde. Der Versuch wird vier- oder fünfmal wiederholt und von den Ergebnissen der Durchschnitt genommen **).

607. Häufige Wettermessungen sind bei Schlagwettergruben unerlässlich zur fortlaufenden Controle der Wetterführung. Im Besonderen dienen sie beispielsweise dazu, die durch den Bergeversatz oder sonstige Undichtigkeiten hindurch sich verlierenden Wettermengen zu bestimmen. Durch Vergleichung des in eine Strecke einziehenden und des vor dem Abbaustosse anlangenden Quantums erhält man denjenigen Theil, welcher sich unterwegs direct durch den Bergeversatz u. s. w. nach der Wetterabzugsstrecke hindrückt. Wenn eine Wetterstrecke mit einer Förderstrecke in Verbindung steht, so kann man sich durch Messen der Wetter vor und hinter der Verbindungsstrecke überzeugen, ob die Absperrthüren dicht sind.

*) Noch besser ist es, das Instrument frei auf einem Stativ und nach einander in verschiedenen Gegenden des Querschnitts aufzustellen, wobei man sich selbst ganz zurückziehen kann. Auch kann man sich mit einer einzigen Aufstellung in der Mitte des Querschnitts begnügen und den Durchschnitt durch Multiplication mit einem Erfahrungscoefficienten berechnen. Als solche Coefficienten sind nach Dr. Schondorff's Versuchen 0,75 für Strecken mit hölzernem oder eisernem Ausbau, 0,80 für unverbaute Strecken und 0,85 für Mauerung oder Holzverschalung anzunehmen. L.

**) Das neueste und beste, in Deutschland jetzt fast ausschliesslich im Gebrauche stehende Anemometer ist das von Casella, welches auf ganz demselben Principe beruht wie das Biram'sche, aber statt der Tourenzahl direct die Länge des hindurchgezogenen Luftfadens ablesen lässt. Diese Länge, dividirt durch die Anzahl der Beobachtungssecunden, giebt sofort die Geschwindigkeit in Metern pro Secunde. L.

Noch in zahlreichen anderen Fällen, die hier nicht weiter aufgezählt werden können, finden Wettermessungen beim praktischen Grubenbetriebe Anwendung. Auch sind sie unentbehrlich zur Ermittelung des Nutzeffects der Ventilationsmaschinen.

Jede Grube sollte deshalb mit Anemometern versehen sein, mit deren selbständiger Handhabung das Aufsichtspersonal vertraut gemacht werden muss.

608. Ein anderes Hülfsinstrument, welches besonders in England viel gebraucht wird, ist das Barometer. Die Schwankungen des Luftdruckes haben hauptsächlich dann einen merklichen Einfluss auf das Auftreten schlagender Wetter in den Kohlengruben, wenn solche sich in grösseren Hohlräumen angesammelt finden. Abgebautes, ohne Bergeversatz gelassenes Feld, ja selbst die Zwischenräume im Bergeversatz füllen sich mit Grubengas an, welches bei abnehmendem Luftdrucke sein Volumen vergrössert und in die Strecken austritt.

Dies kommt in grossem Maassstabe in England vor (63). Dort legt man daher der Beobachtung des Luftdruckes grosse Wichtigkeit bei; fast an jedem Schachtfüllorte befindet sich ein Barometer, dessen Stand täglich mehrmals notirt wird.

Bei rasch fallendem Luftdrucke muss also die Wachsamkeit verdoppelt, eventuell auch die Wetterführung verstärkt werden. Auf dem Continente steht das Barometer in dieser Hinsicht zwar weniger in Geltung als in England; da aber mit Schlagwettern gefüllte alte Baue resp. alte Abbaufelder kaum irgendwo zu vermeiden sind, so ist die Beobachtung des Barometers auch für uns nicht ohne Interesse.

609. Endlich ist es gut, auch empfindliche Thermometer zur Verfügung zu haben, um von Zeit zu Zeit an verschiedenen Punkten der Grube, besonders in den Abbauen, in den Wetterabzugsstrecken und an grubenbranddrohenden Stellen die Temperatur messen zu können.

§. 2.

Anwendung der allgemeinen Grundsätze der Wetterführung.

610. In Bezug auf die Anwendung der vorstehend entwickelten allgemeinen Regeln der Wetterführung sind einerseits die Abbauarbeiten, andererseits die Aus- und Vorrichtungsarbeiten zu unterscheiden.

Die Wetterführung bei den verschiedenen Abbausystemen ergiebt sich einfach durch Betrachtung der von denselben später zu gebenden Skizzen. In diesen wird der Gang des Wetterzuges, sowie die An-

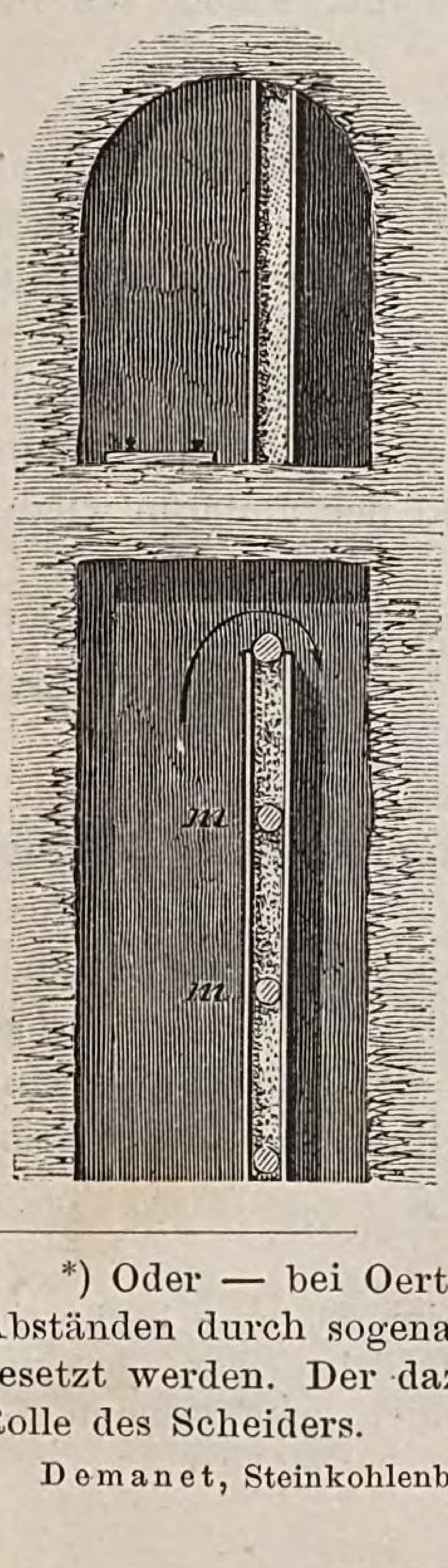
ordnung der Wetterthüren angegeben werden. Ausserdem wird auch bei der Beschreibung jedes Systemes die Ventilationsfrage Berücksichtigung finden.

611. Die Aus- und Vorrichtungsarbeiten bieten hinsichtlich der Wetterversorgung besondere Schwierigkeiten, weil sie, im Gegensatz zu den Abbauarbeiten, fast immer aus Sackgassen bestehen.

Es handelt sich entweder um Querschläge oder um Schachtabteufen oder um Oerter im Flötze. In den beiden ersten Fällen ist nicht nur so viel frische Luft zuzuführen, um in aller Sicherheit von der Schiessarbeit Gebrauch machen zu können, sondern der Wetterstrom muss auch lebhaft genug sein, um die erzeugten Sprenggase und Dämpfe rasch hinwegzuspülen. In dem dritten Falle, bei den Oertern im Flötze, gestaltet sich dagegen die Entfernung der Schlagwetter gewöhnlich zur Hauptsache.

612. Um in solchen Betrieben Wetterwechsel herbeizuführen, dienen entweder Scheider, welche den Querschnitt in zwei Theile trennen, oder Röhren [Lutten]*). Wenn die Sackgasse sehr lang wird, ist von den beiden Mitteln der Scheider das einzig anwendbare. Die durch Lutten vor Ort zu bringende Wettermenge wird dann wegen des bedeutenden Reibungswiderstandes und wegen der unvermeidlichen Verluste an den Verbindungsstellen zu gering.

Fig. 283.



Bei Anwendung des Scheiders dient die eine Abtheilung gleichzeitig zur Förderung, die andere, welche geringeren Querschnitt haben kann, nur zum Hin- oder Zurückströmen der Luft (Fig. 283).

Soll der Scheider längere Zeit hindurch benutzt werden, so macht man ihn aus Mauerwerk und versieht dieses mit einem dichten Bewurf. Gewöhnlich aber genügt ein Scheider aus Holz. Um einen solchen herzustellen, werden in gewissen Abständen Stempel *mm* (Fig. 283) in die Strecke gestellt und dieselben von beiden Seiten dicht mit Brettern benagelt. Der Raum zwischen den beiden Bretterwänden wird mit feiner Kohle oder besser mit festgestampftem Letten ausgefüllt.

*) Oder — bei Oertern im Flötze — Parallelstrecken, welche in gewissen Abständen durch sogenannte Durchhiebe mit der Hauptstrecke in Verbindung gesetzt werden. Der dazwischen verbleibende Flötzstreifen versieht dabei die Rolle des Scheiders. L.

Der Holzscheider kann auch horizontal über der Sohle (Fig. 284) oder unter der Firste (Fig. 285) angebracht werden. Die erstere Disposition empfiehlt sich für Strecken, durch welche grosse Wassermengen abgeführt werden sollen. Man lässt dann die Wetter unter dem Scheider zurückströmen, damit die Bewegung des Wassers den Zug eher noch

Fig. 284.

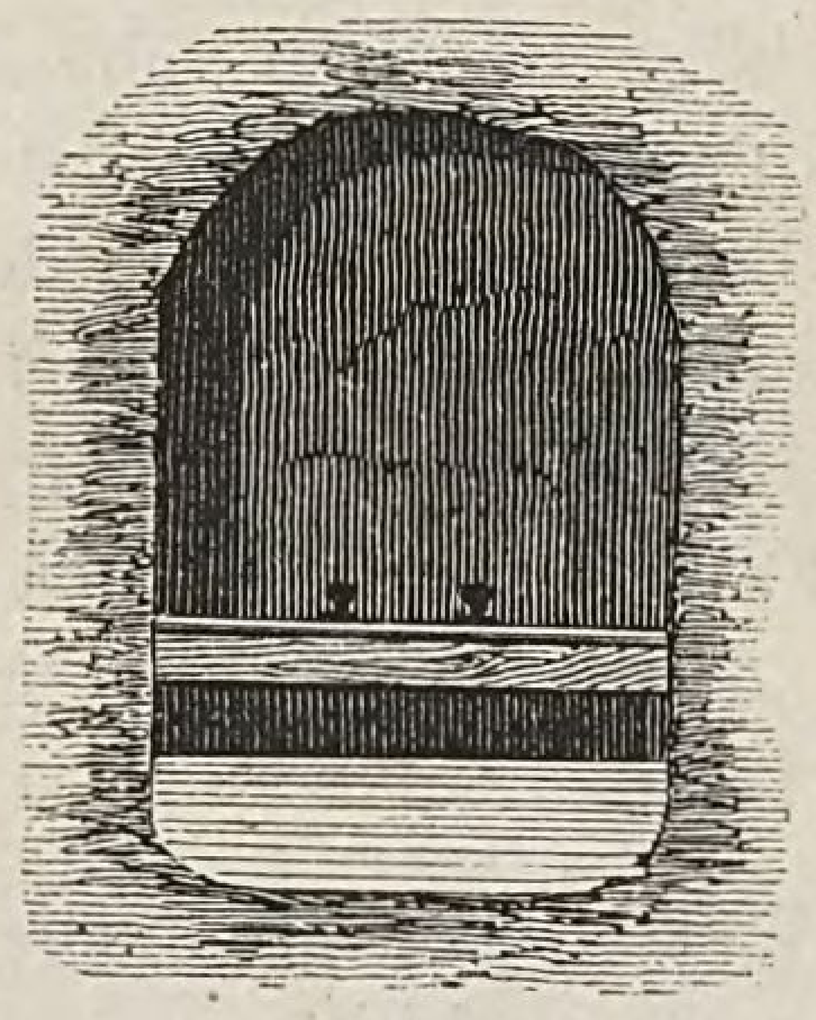
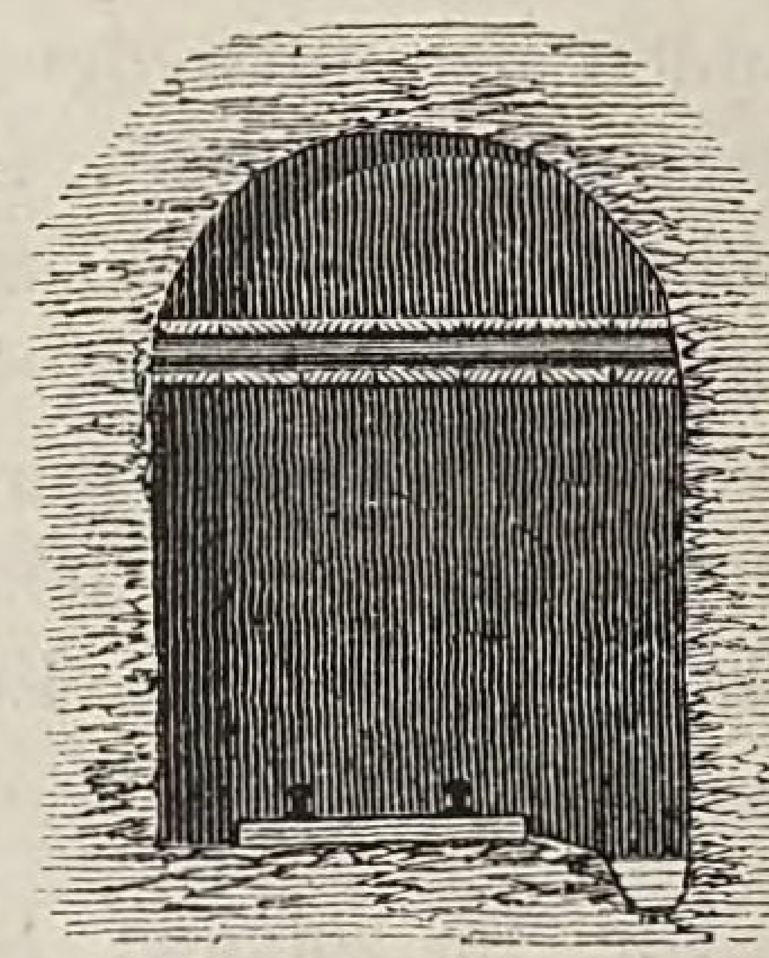


Fig. 285.



befördert als aufhält. Die zweite Disposition wird gewählt, wenn die zu geringe Streckenbreite einen verticalen Scheider nicht zulässt.

Der Luftzug wird durch dieselben Mittel erzeugt, welche wir bei den Lutten kennen lernen werden.

613. Scheider können ferner beim Schachtabteufen Anwendung finden, wo sie in der Regel leicht anzubringen sind. Es ist früher schon gesagt, dass es beim Schachtabteufen zweckmässig ist, den Querschnitt in zwei Trumme, eines zur Förderung und eines zur Fahrung, zu theilen. Diese beiden Trumme brauchen also nur durch einen dichten Bretterverschlag von einander getrennt zu werden. Man lässt dann die Wetter auf der einen Seite hinabfallen und auf der anderen wieder heraufsteigen.

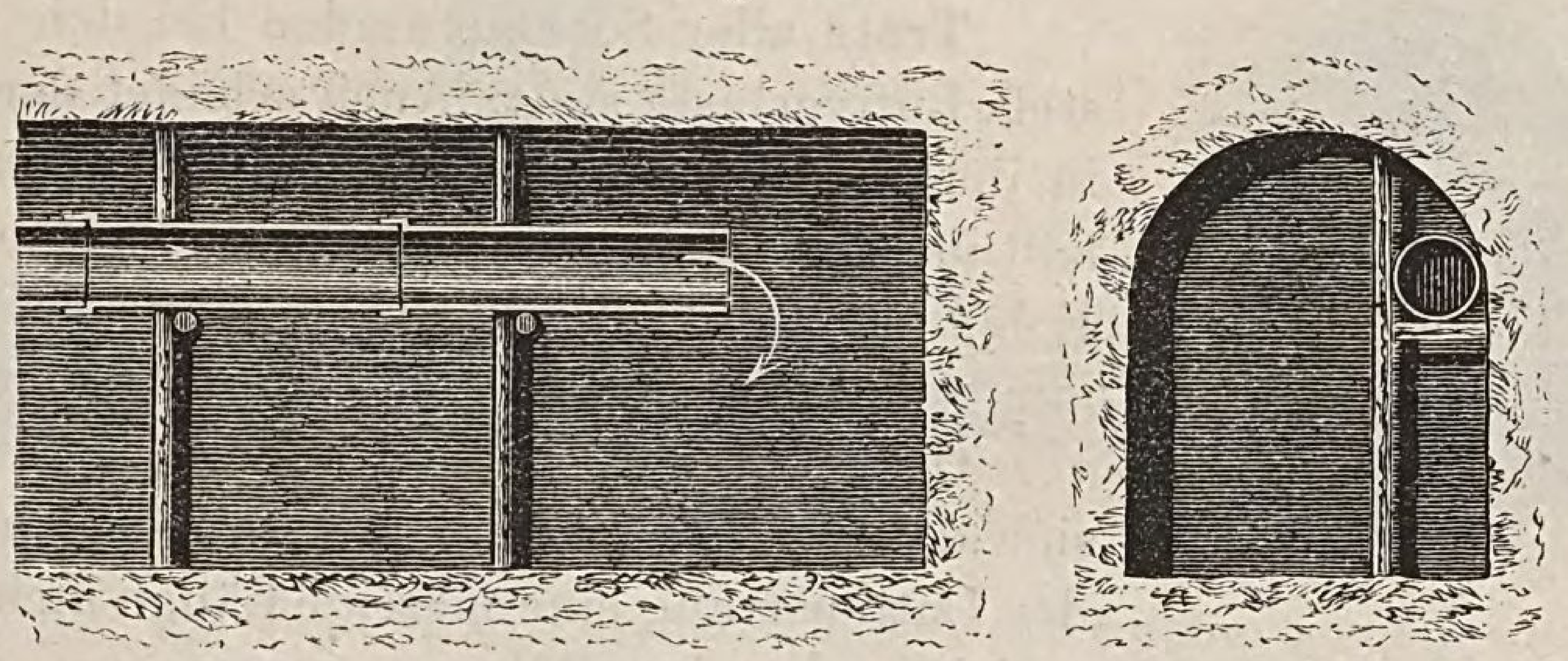
Es ist dies der einzig mögliche Weg, wenn es sich darum handelt, einen Schacht direct und ohne Durchschläge nach einem anderen Schachte bis zu grosser Teufe niederzubringen.

614. Wo die bis zur normalen Wetterlosung aufzufahrende Länge es erlaubt, wendet man am liebsten Luttenstränge an, weil diese billiger und leichter einzubauen sind als Scheider. Letztere haben überdies bei etwaiger Schlagwettergefahr den grossen Nachtheil, dass sie durch eine Explosion leicht zerstört werden, wodurch die Rettung der betroffenen Arbeiter und die Wiederherstellung der Ventilation sehr erschwert werden kann *).

*) Eben deshalb geht man bei uns für Oerter im Flötz — begünstigt durch die meist grössere Mächtigkeit — lieber zu Parallelstrecken über und benutzt Lutten nur zum Auffahren von einem Durchhiebe zum anderen. L.

615. Die Lutten können aus Brettern zusammengenagelt werden besser ist es jedoch, sie aus heiss getheertem oder, am besten, aus verzinktem Eisenblech zu nehmen. Fig. 286 zeigt die Art und Weise, wie ein solcher Luttenstrang zusammengesetzt und eingebaut wird. Die Verbindung der einzelnen Rohre erfolgt mittelst Muffen. Das

Fig. 286.



Uebergreifen der Muffen findet nach der dem Luftstrome entgegengesetzten Richtung statt, damit grössere Luftverluste an den Stossenden vermieden werden (vergl. die Figur). Die Stossfugen sind ausserdem mit Letten oder einem besonderen Liderungsmaterial möglichst abgedichtet. Bei Holzlutten werden sie mit Leisten überdeckt und die Ritzen mit Letten oder Talg verschmiert. Die Längsfugen der Holzlutten werden ebenfalls gut verdichtet. Sämmtliche Fugen müssen häufig und sorgfältig revidirt werden.

Der Luttenstrang liegt in einem möglichst unbenutzten Theile des Streckenquerschnitts und wird daselbst nach einer der in den Figuren 286, 287 und 288 dargestellten Methoden festgehalten.

Fig. 287.

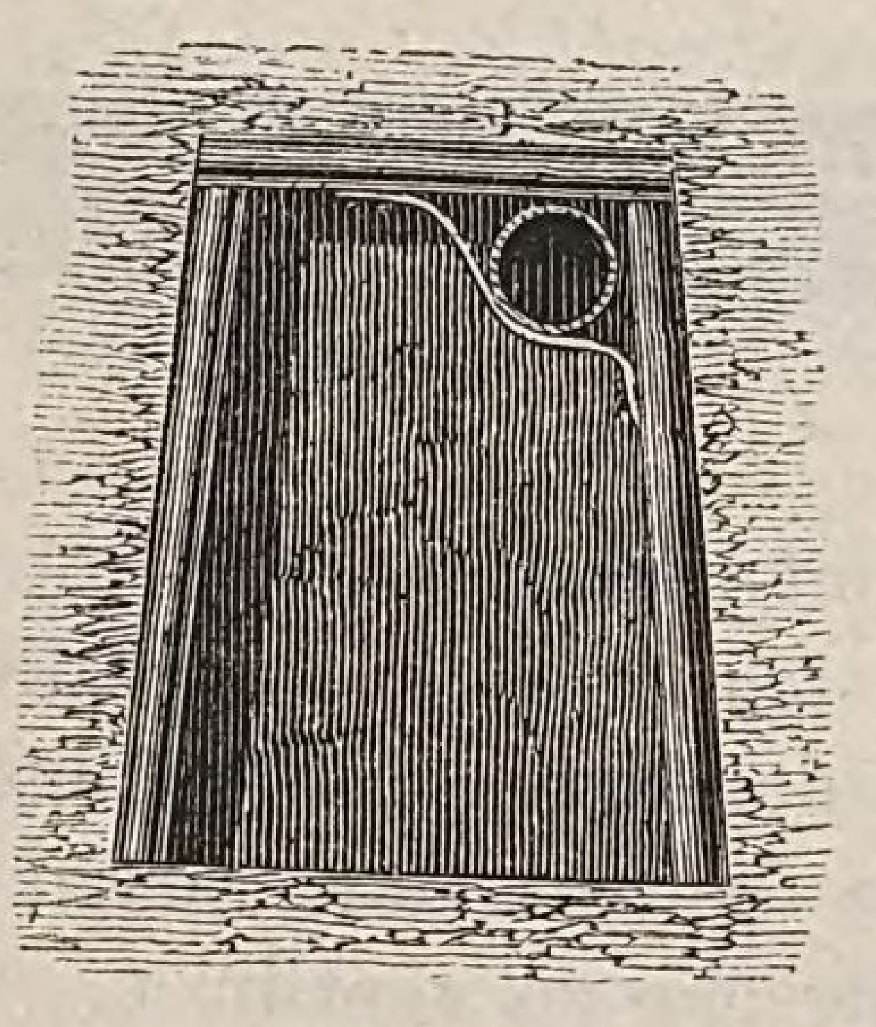
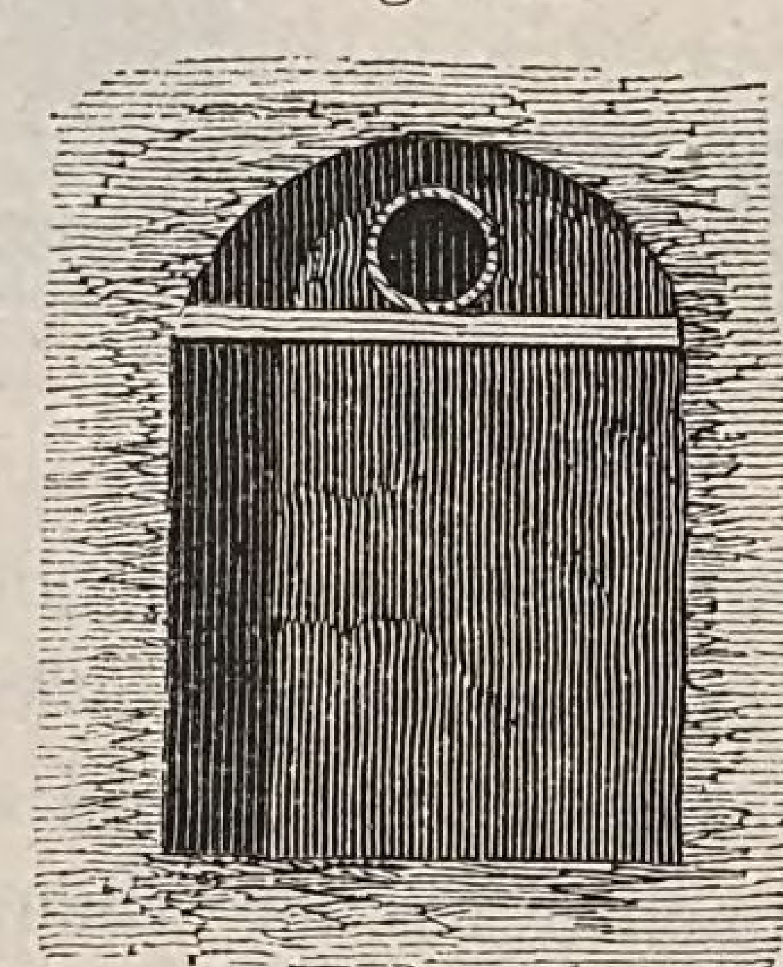


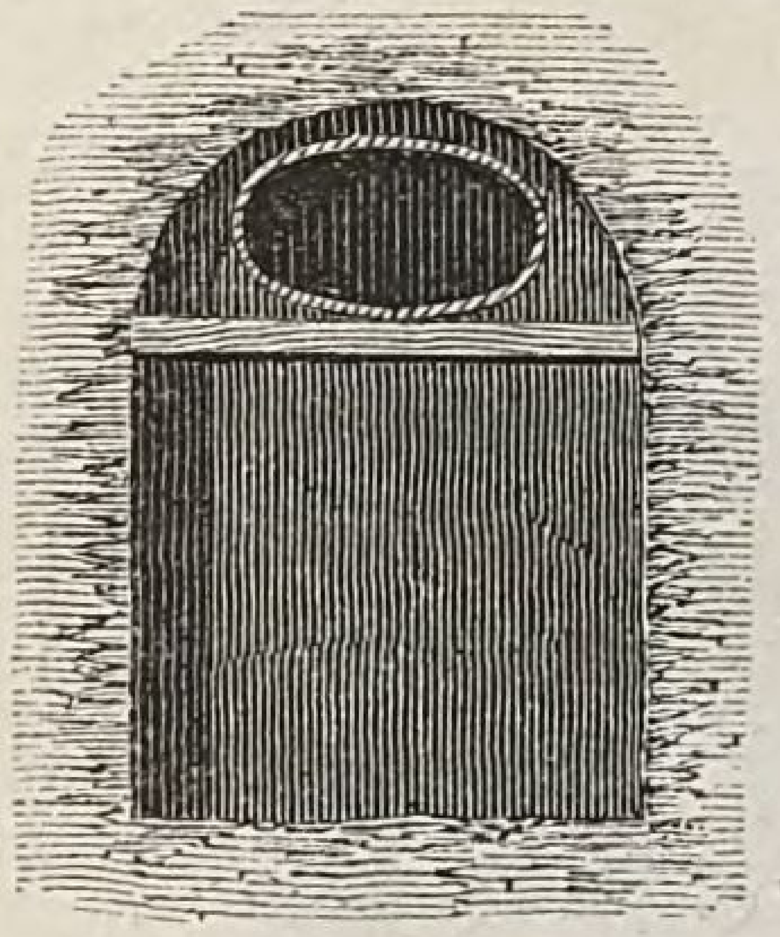
Fig. 288.



Der Durchmesser der Lutten beträgt 35 bis 45 cm. Genügt diese Weite nicht, so baut man zwei oder mehrere Stränge neben einander ein. Man hat auch wohl Lutten von elliptischem Querschnitt angewendet, welche den Raum besser ausnutzen und grösseren Querschnitt erhalten können. Diese Form hat sich z. B. in einem Falle auf einer Grube bei Seraing ausgezeichnet bewährt. In einem Querschlage

war wegen Anwendung von Bohrmaschinen ein schneller Wetterwechsel zur Hinwegspülung des Pulverdampfes erforderlich. Gleichzeitig verlangte der Transport der Bohrmaschinengestelle einen grossen disponiblen Streckenquerschnitt. Es wurde daher die in Fig. 289 dargestellte Form und Anordnung der Lutten gewählt.

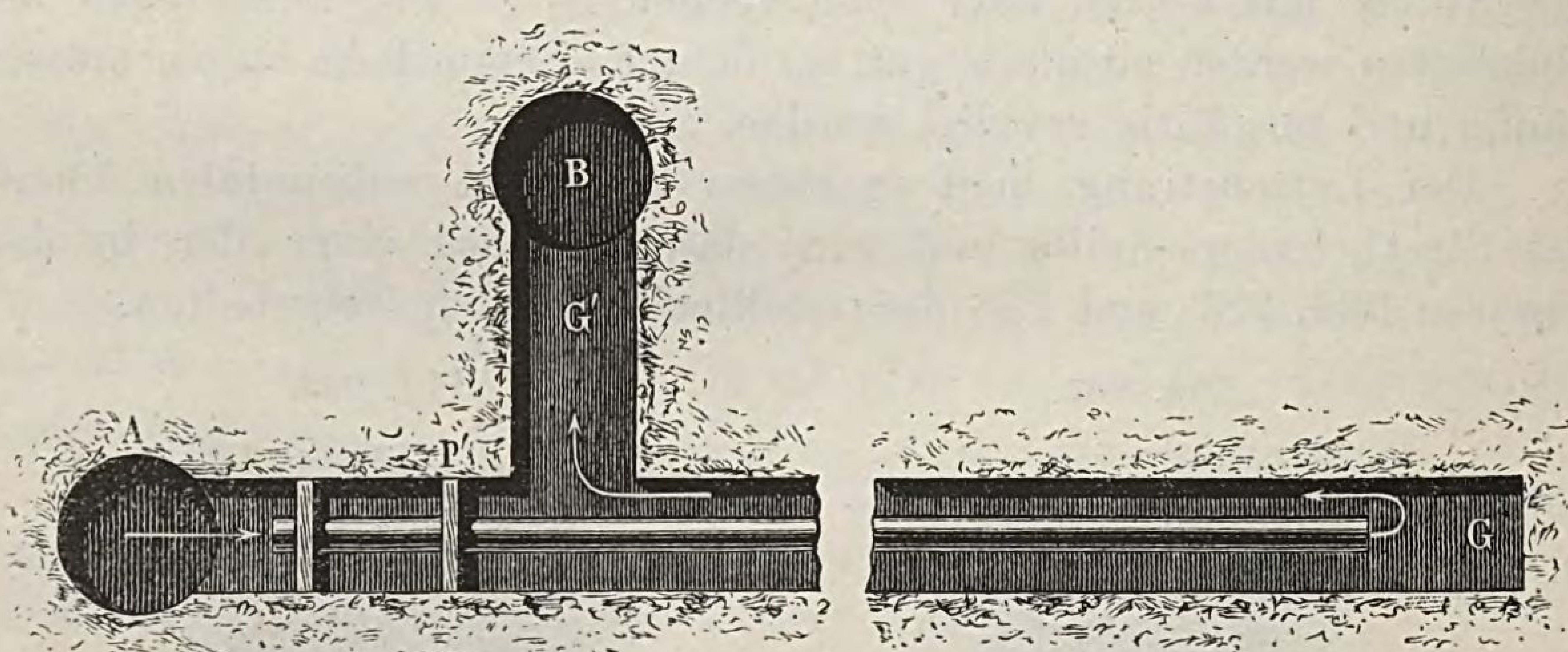
Fig. 289.



Trotz aller Sorgfalt finden bei den Lutten stets Luftverluste statt. Auch erleidet der Strom in ihnen einen ziemlich bedeutenden, im Verhältniss zur Länge wachsenden Widerstand. Die Folge davon ist, dass durch lange Leitungen nur sehr schwer die genügende Wettermenge vor Ort gebracht werden kann. Man richtet sich daher, wenn irgend möglich, so ein, dass der Luttenstrang eine mässige Länge nicht überschreitet. Anderenfalls giebt man den Röhren einen extra grossen Durchmesser oder wendet mehrere Parallelstränge an.

616. Die Lutten wirken entweder blasend oder saugend. In den Figuren 290 und 291 ist *G* ein im Fortbetrieb stehendes Ort,

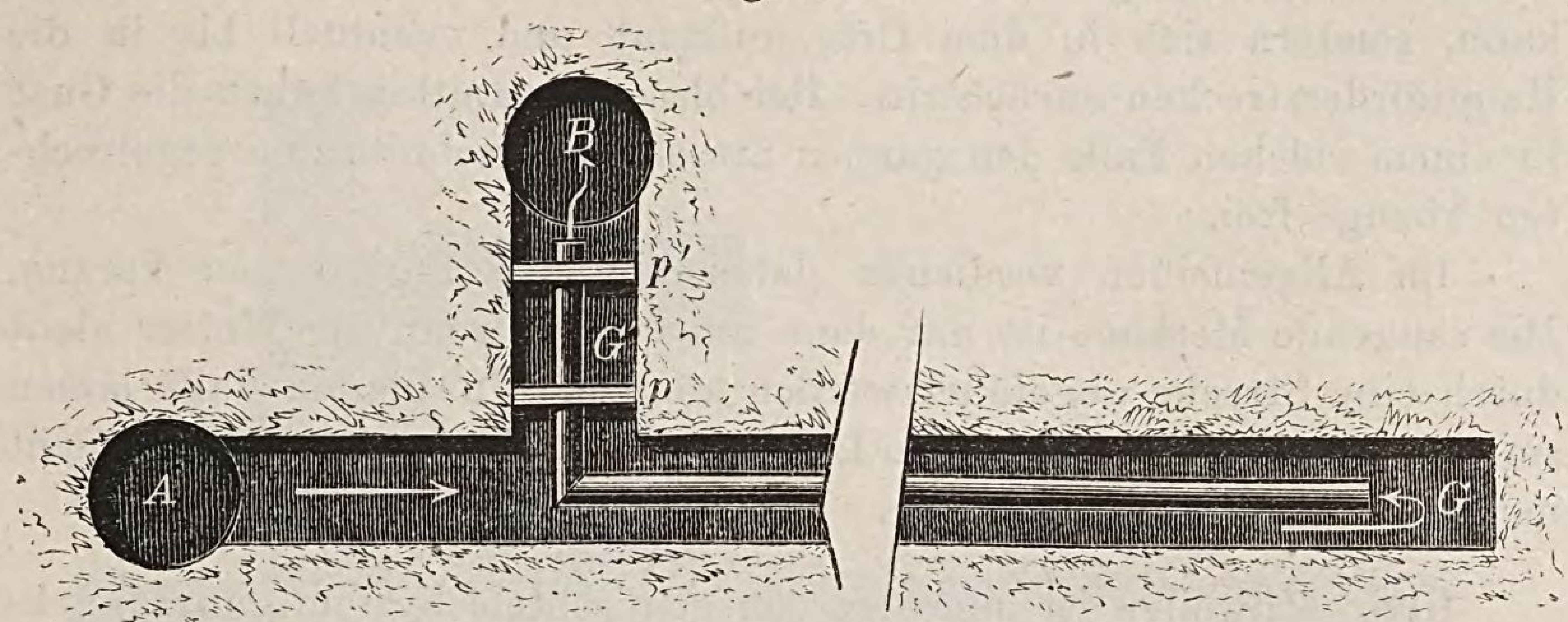
Fig. 290.



welches von dem Förderschacht *A* ausgeht und mit dem Wetterschacht *B* durch die Strecke *G'* in Verbindung steht. Die Wetter fallen durch den Förderschacht ein und streben auf dem directesten Wege zu dem Wetterschachte wieder abzuziehen. Es kommt nun darauf an, das Ende der im Fortbetrieb befindlichen Strecke zu ventiliren. Soll dies blasend geschehen, so bringt man bei *pp'* (Fig. 290) zwei Absperrthüren an und führt durch dieselben hindurch einen Luttenstrang vor Ort der Strecke. Die frischen Wetter sind dann gezwungen, durch die Lutten vorzugehen und durch den freien Streckenquerschnitt nach dem Wetterschachte hin zurückzukehren. Soll die Wetterführung hingegen eine saugende sein, so müssen die Thüren *pp'* in die Strecke *G'*

gestellt werden (Fig. 291). Der Luttenstrang erhält dann, wie die Figur zeigt, ein rechtwinkliges Knie. In diesem Falle gehen die

Fig. 291.



Wetter frei bis vor Ort und strömen durch die Lutten zurück und nach dem Wetterschachte.

617. Vergleicht man die beiden Methoden hinsichtlich ihres Effectes, so ergeben sich für die Anwendung blasender Lutten folgende Vorzüge:

1. Die Zufuhr frischer Luft ist grösser, als bei saugenden Lutten, weil bei diesen der ohnehin bedeutende Reibungswiderstand auch noch von einem grösseren, weil erwärmten und mit Wasserdampf, Grubengas, Pulvergasen u. s. w. beladenen Volumen überwunden werden muss. Durch die gleiche Betriebskraft wird also bei blasender Wirkung der Lutten mehr frische Luft durch diese hindurchgeführt, als bei saugender Wirkung.

2. Die Luft kommt in reinem Zustande vor Ort, während sie bei saugenden Lutten auf dem ganzen Hinwege mit den Streckenstössen in Berührung ist und also unter Umständen Grubengas aufnehmen kann.

3. Der Ortsstoss wird besser bespült, weil die aus der Rohrleitung ausströmende Luft in Folge des kleinen Querschnitts eine grössere Geschwindigkeit besitzt. Wenn die Wetter frei in der Strecke nach vorne ziehen, biegen sie wegen ihrer geringeren Geschwindigkeit sogleich in der Höhe der Luttenmündung in diese ein und lassen den zwischen ihr und dem Ortsstosse etwa befindlichen Zwischenraum unberührt. Ein solcher Zwischenraum ist aber, besonders bei Anwendung der Schiessarbeit, nicht zu vermeiden.

4. Wenn die Grube zu denjenigen gehört, welche durch plötzliche, heftige Entwickelungen von Grubengas aus der Kohle gefährdet sind*),

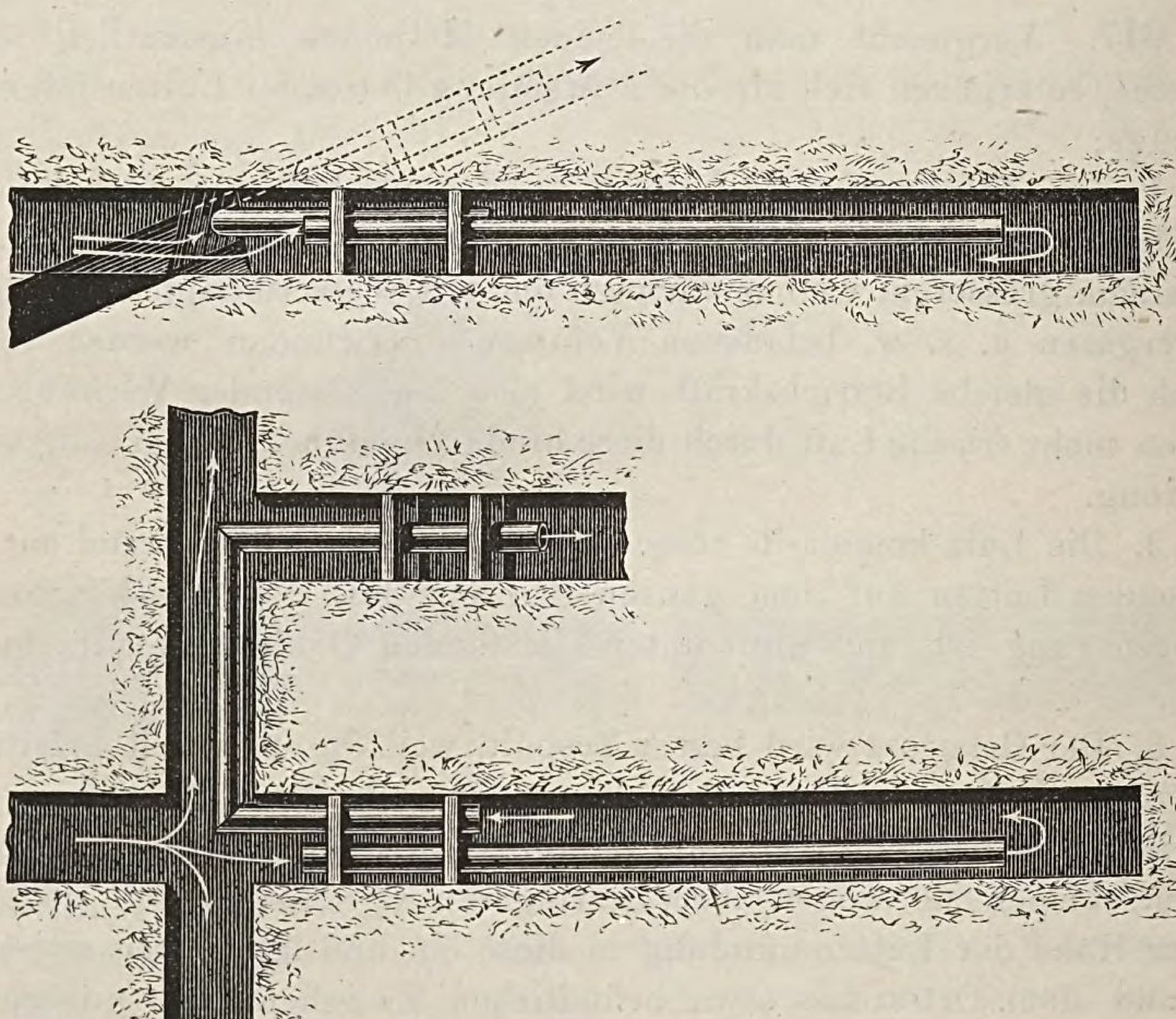
*) Welche Erscheinung in Deutschland bis jetzt glücklicherweise fast nirgends vorkommt. L.

oder wenn das Anhauen starker Bläser oder Wettersäcke zu befürchten steht, so liegt bei saugenden Lutten die Gefahr vor, dass die plötzlich auftretende Gasmenge nicht schnell genug durch dieselben abfliessen kann, sondern sich in dem Orte aufstaut und eventuell bis in die Hauptförderstrecken zurücktritt. Bei blasenden Lutten haben die Gase in einem solchen Falle den ganzen Streckenquerschnitt zum regelrechten Abzuge frei.

Im Allgemeinen verdienen daher blasende Lutten den Vorzug. Die saugende Methode ist nur dann am Platze, wenn die Wetter nicht durch eine Strecke abgeführt werden können. In diesem Falle lassen sie sich durch einen saugenden Luttenstrang dahin leiten, wo sie nicht mehr geniren.

618. Zuweilen ist eine Art von gemischtem System ganz zweckmässig. Fig. 292 stellt eine solche Anordnung dar. Der frische Strom gelangt durch einen Luttenstrang vor Ort. Der Abzug der Wetter

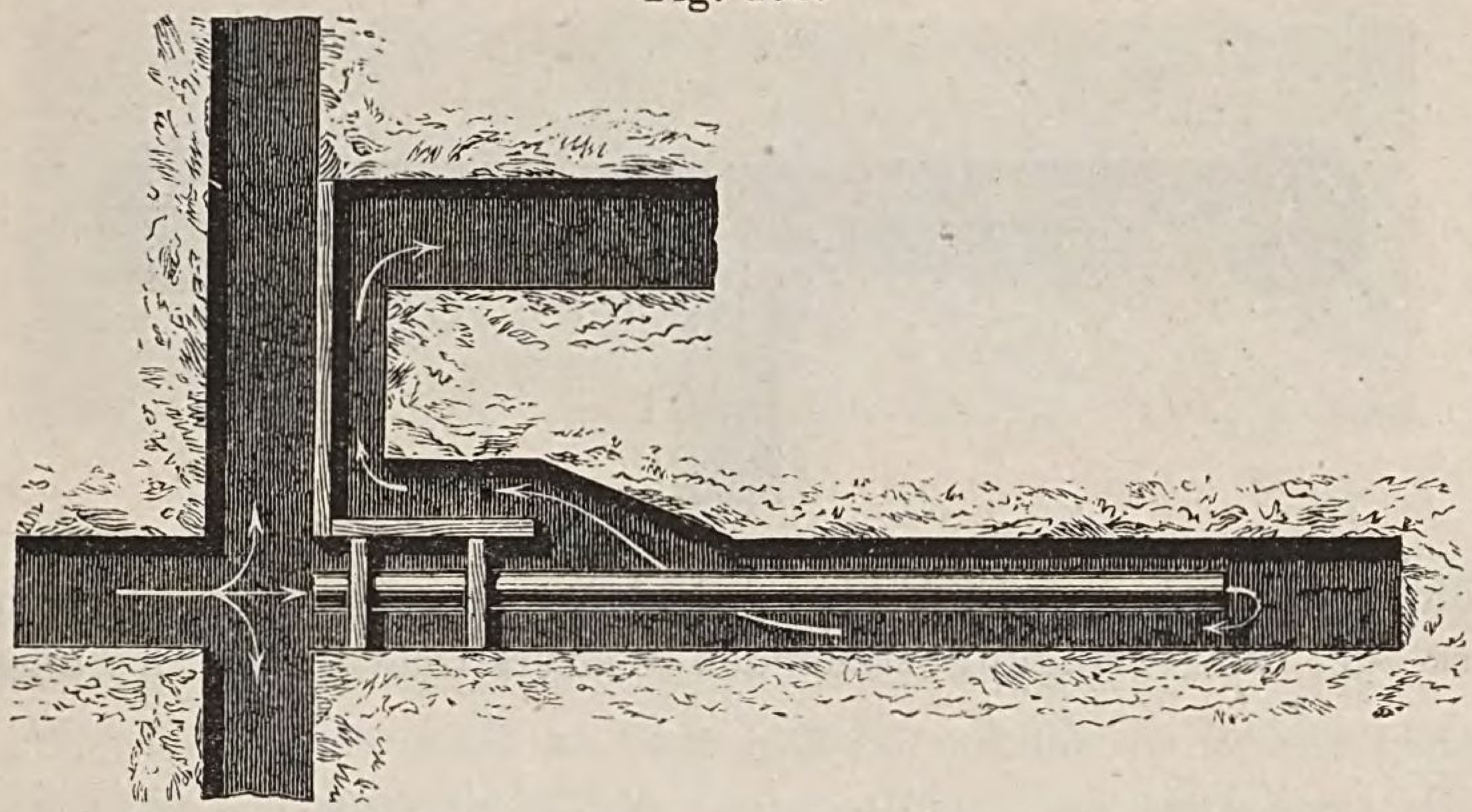
Fig. 292.



erfolgt zunächst frei durch die betreffende Strecke, dann aber durch einen saugenden Luttenstrang, welcher durch eine oder zwei Wetterthüren hindurchgeht. Diese Saugleitung schafft die benutzten Wetter bei Seite, z. B., wenn das betriebene Ort ein Querschlag ist, in eine auf dem zuletzt überfahrenen Flötze nach der Wettersohle hinaufführende Verbindungsstrecke (vergl. die Figur). Da die saugende

Leitung meistens ziemlich kurz ausfällt, so kann man sie doppelt machen, um für den Abzug der Wetter einen grösseren Querschnitt zu haben, als für die Zuleitung. In dem für die Abbildung angenommenen

Fig. 293.

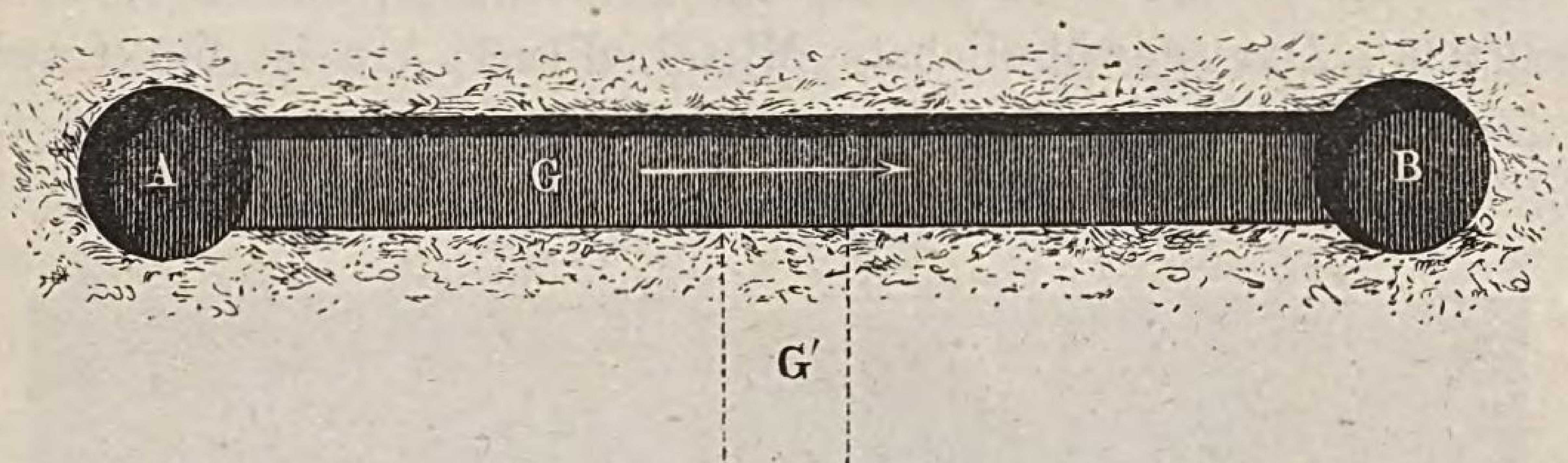


Falle würde der saugende Luttenstrang sogar durch einen längs der Grundstrecke hergestellten, durch einen Scheider abgetrennten sogenannten W e t t e r u m b r u c h ersetzt werden können (Fig. 293).

619. Was nun die Mittel zum Durchtreiben der Luft durch Lutten oder sonstige Separatwege anbetrifft, so ist das gewöhnlichste derselben der Hauptwetterzug. Zur näheren Erklärung mag der einfachste Fall dieser Art betrachtet werden:

In Fig. 294 seien *A* und *B* zwei durch eine beliebig lange Strecke *G* verbundene Schächte. In dem Schachte *B* wird durch eines der später

Fig. 294.

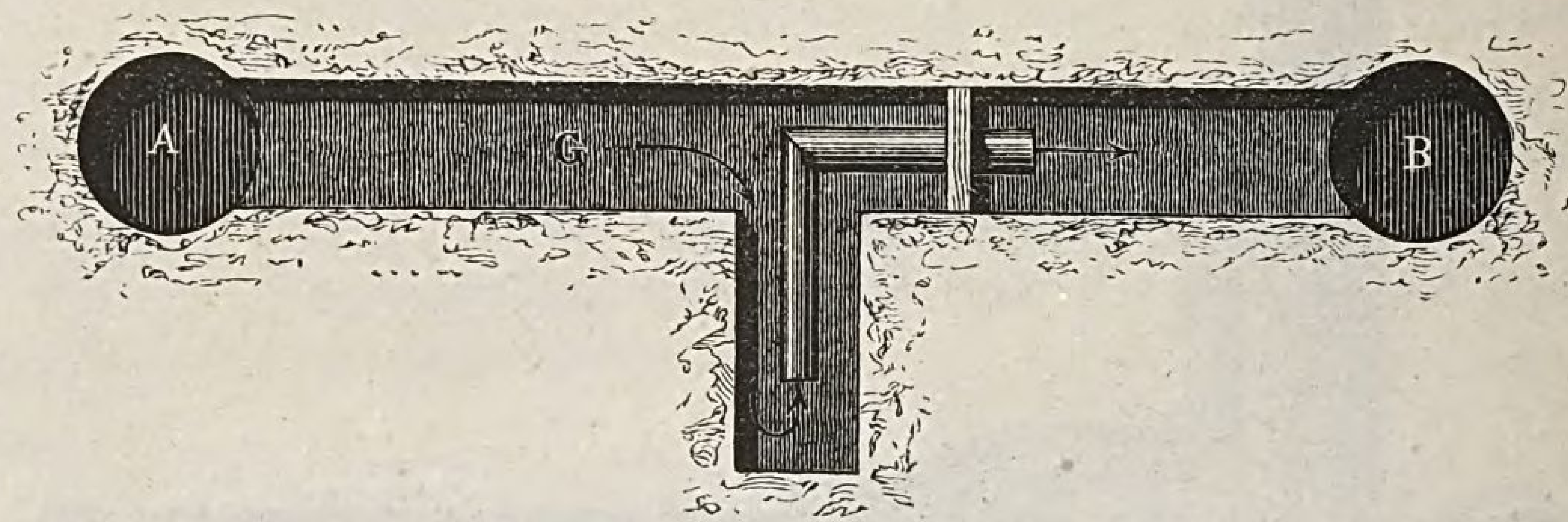


zu besprechenden Mittel eine saugende Wirkung hervorgebracht, in Folge deren durch die Strecke *G* ein Wetterstrom in der Richtung des Pfeiles hindurchgeht. Es handele sich nun darum, eine neue Strecke *G′* zu treiben und mittelst Lutten durch den Zug des Hauptwetterstromes zu ventiliren. Zu diesem Zwecke sperrt man die Strecke *G*, je nachdem die Lutten blasen oder saugen sollen, vor oder hinter der Abzweigungsstelle (Figuren 295 und 296, a. f. S.) durch Wetterthüren ab und leitet den Luttenstrang hindurch. So wird der Wetterstrom

genöthigt, die Strecke G_1 zu bestreichen, um zu dem Schachte *B* zu gelangen.

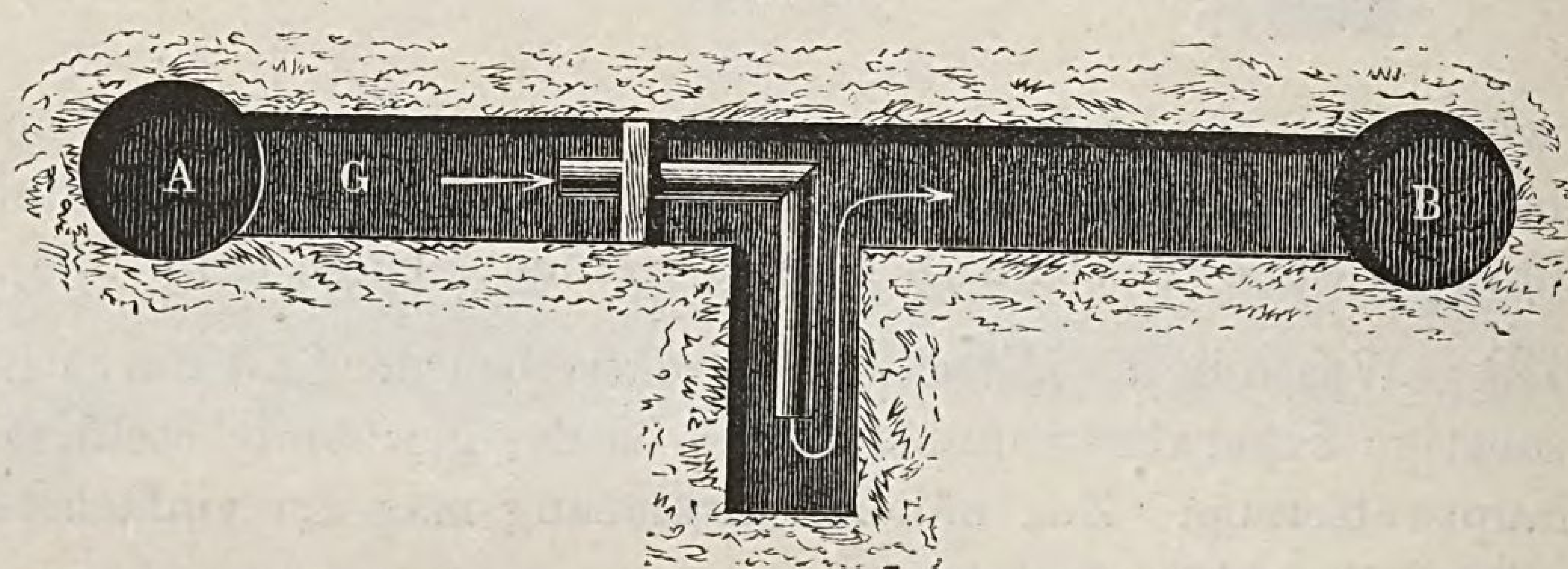
Es ist klar, dass auf diese Weise jeder Wetterstrom an einem beliebigen Punkte in eine seitliche Sackgasse hinein- und wieder zurück-

Fig. 295.



geführt werden kann. Es kommt jedoch vor, dass in Folge zu geringer Stärke des zur Verfügung stehenden Wetterstromes oder in Folge zu

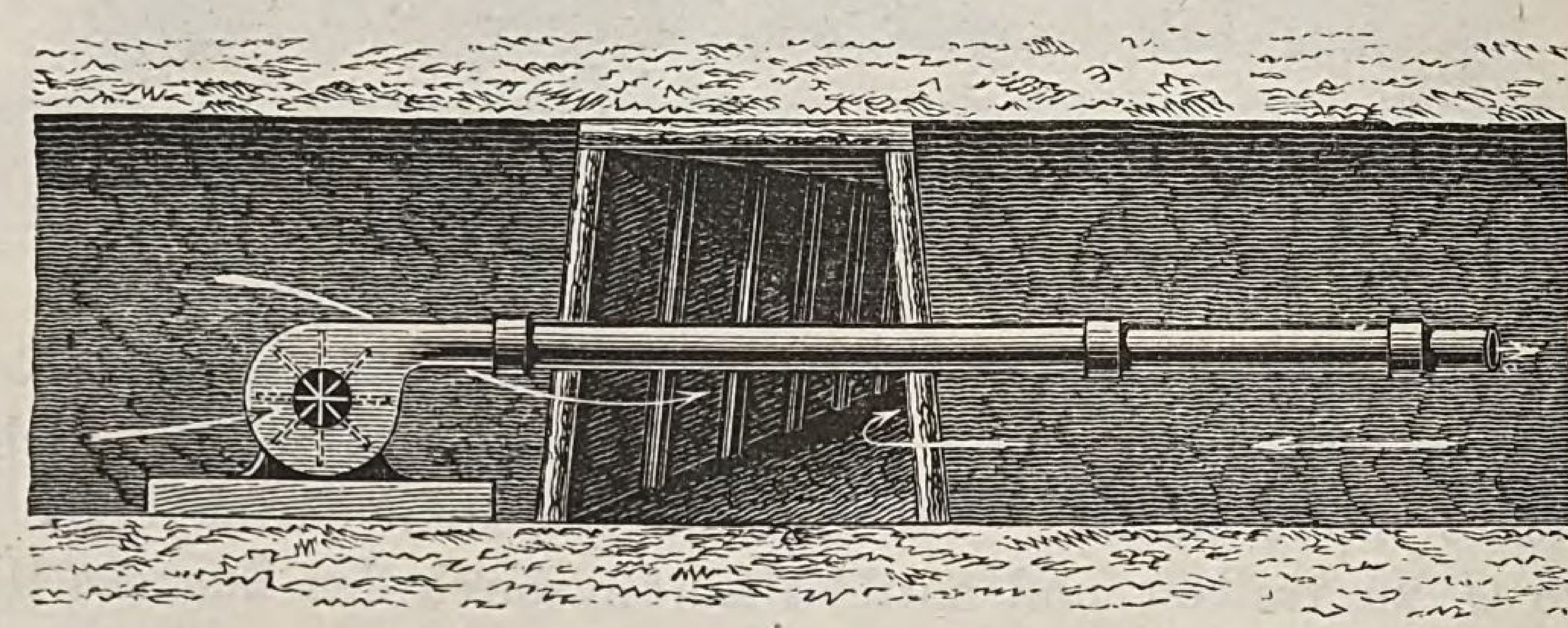
Fig. 296.



grosser Länge der Sackgasse das so hineinzubringende Luftquantum nicht ausreicht.

620. Es bedarf dann besonderer Triebkräfte, um die Ventilation zu beleben. Das gewöhnlichste Mittel dieser Art ist ein tragbarer

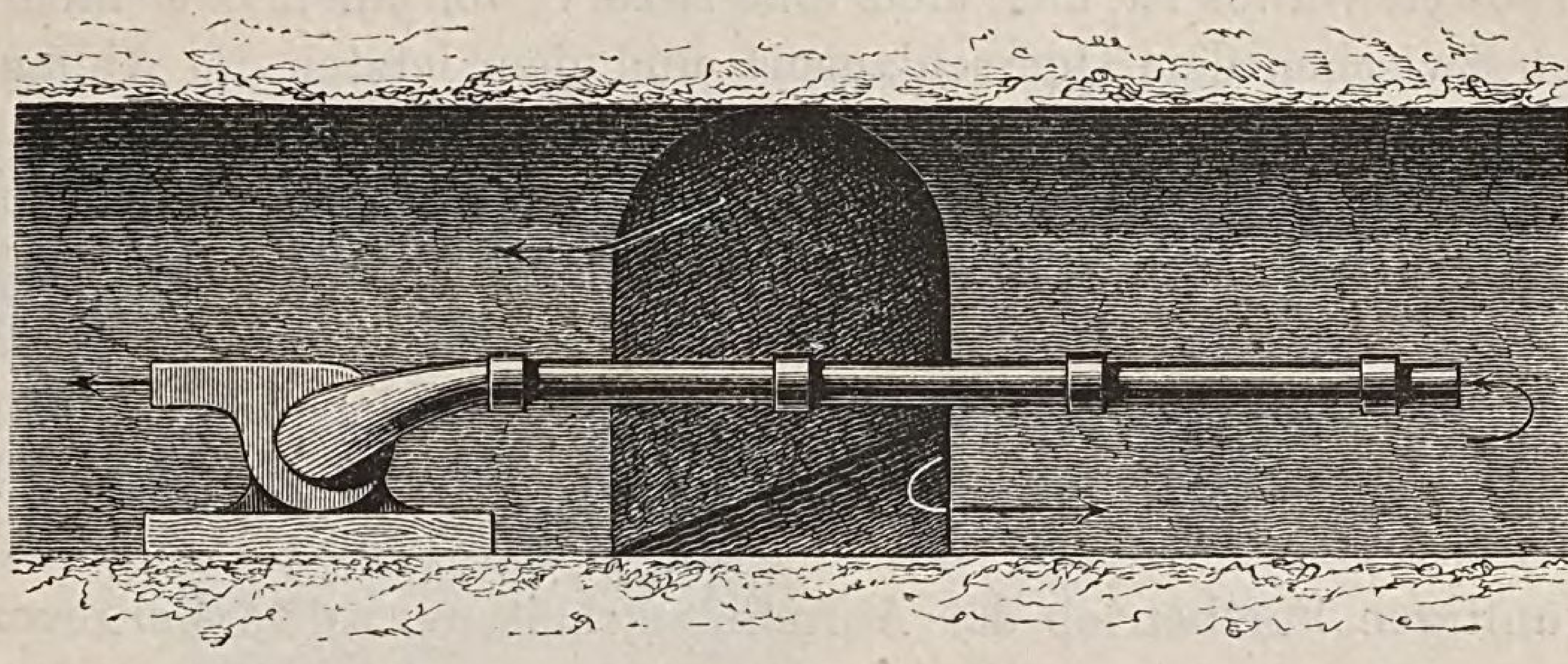
Fig. 297.



Centrifugalventilator (Wettertrommel), welcher durch eine Kurbel mit Zahnradübertragung in Betrieb gesetzt wird. Die Wettertrommeln wirken saugend oder blasend, je nachdem man den Luttenstrang mit

der Saug- oder mit der Ausblaseöffnung des Gehäuses in Verbindung setzt (Figuren 297 und 298).

Fig. 298.



621. Die Wettertrommeln sind ein wenig rationelles Ventilationsmittel, denn sie erfordern die kostbare menschliche Kraft für eine ermüdende, rein mechanische Arbeit.

Wo comprimirte Luft zu Gebote steht, werden daher die kleinen Ventilatoren zweckmässig durch eine Luftmaschine betrieben. Hierdurch erhält man einen viel lebhafteren Wetterstrom mit geringeren Kosten. Eben wegen der grösseren Leistung kann diese Ventilationsmethode auch da sich empfehlen, wo der Zug des Hauptwetterstromes immerhin noch ausreichen würde, wo aber der Schlagwetter wegen eine kräftige Reserve erwünscht ist.

622. Statt in einer kleinen Umtriebsmaschine kann man die comprimirte Luft auch einfach in einem in die Leitung eingeschalteten Injector wirken lassen. Der bekannteste Apparat dieser Art ist der später zu beschreibende Körting'sche Injector (646).

Der Nutzeffect solcher Injectoren ist etwas geringer als derjenige der Ventilatoren. Erstere haben jedoch vor diesen den Vortheil grösserer Einfachheit. Sie erfordern weder Unterhaltung noch Wartung und sind äusserst bequem zu montiren; sie unterliegen nicht, wie die complicirten und schnell laufenden Umtriebsmaschinen, unfreiwilligen Stillständen.

623. Endlich kann comprimirte Luft auch direct in Röhren vor Ort geblasen werden. In grösserem Umfange angewendet, würde dieses Mittel recht kostspielig werden, dagegen kann es in einzelnen Fällen sowie bei Rettungsarbeiten sehr zweckmässig sein.

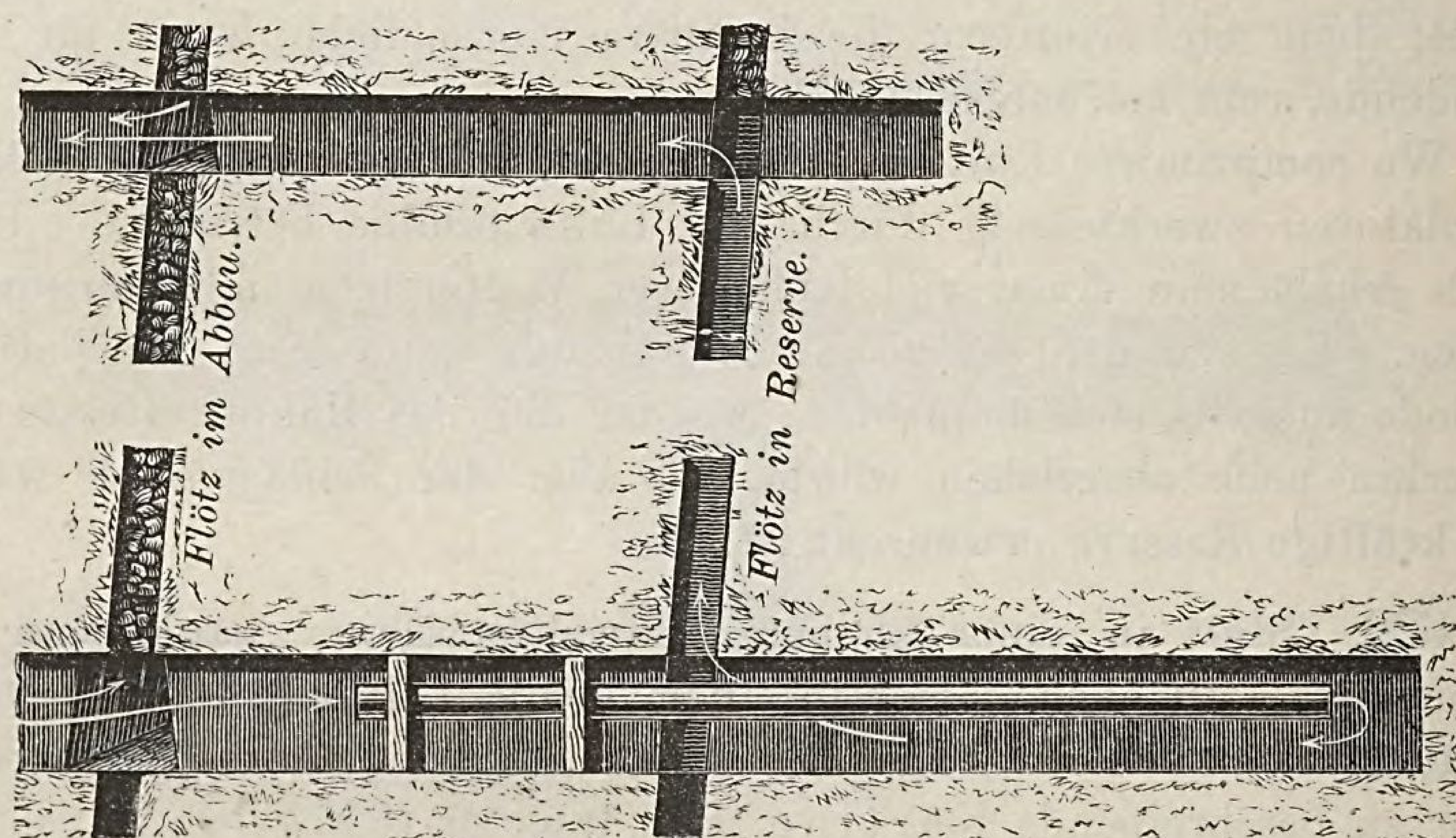
624. Beispiele von Zweigventilationen*). — Auffahren der Förderschläge. — Zunächst mag der Fall betrachtet werden,

*) Die von dem belgischen Verfasser gewählten Beispiele sind ganz speciell belgischen Verhältnissen entlehnt. Die den belgischen Abbaumethoden im Principe unbekannte Vorrichtung durch Grundstrecken ist daher unberücksichtigt geblieben. Die nicht nur für diese, sondern auch für die son-

wo es sich darum handelt, den Querschlag der im Abbau begriffenen Sohle weiter fortzutreiben. Am besten ist es, wenn dieser Querschlag immer soweit voraus ist, dass stets eine Reserve von einem oder mehreren Flötzen zwischen dem Querschlagsort und dem letzten im Abbau begriffenen Flötze ausgerichtet ansteht. In einem derselben stellt man dann einen Verbindungsweg nach der Wettersohle her und baut in dem Querschlage blasende Lutten ein, wie dies Fig. 299 veranschaulicht.

Dieses Verfahren ist jedoch nicht immer möglich. Sehr oft nöthigen entweder die Lagerungsverhältnisse oder irgend welche andere Umstände dazu, den Querschlag von einem schon im Abbau begriffenen Flötze aus fortzutreiben. Günstig ist es dann, wenn man im Hinblick auf den künftigen Fortbetrieb der Aufschlussarbeiten in dem Bergeversatz

Fig. 299.



jenes Flötzes einen Verbindungsweg nach der Wettersohle offen gelassen hat. Solche Verbindungswege sind ja auch in anderen Beziehungen sehr vortheilhaft. In diesem Falle braucht, wenn keine plötzlichen Eruptionen von Grubengas zu fürchten sind, nur ein saugender Luttenstrang von dem Querschlagsorte nach der aufsteigenden Strecke hin gelegt zu werden (Fig. 300). Besser ist es jedoch auch hier, die Lutten blasen zu lassen, indem man die zurückkommenden Wetter durch einen zweiten, saugenden Luttenstrang oder einen mittelst Scheiders abgesperrten Wetterumbruch in die Abzugsstrecke leitet (Figuren 301 und 302). Noch sicherer ist es, sofern die Umstände es

stigen Vorrichtungsarbeiten (Ab- und Aufhauen im Flötz) bei uns so gebräuchliche Wetterversorgung durch Parallelörter (Parallelschächte, Fahrschächte) mit Durchhieben hat ebenfalls keine Stelle gefunden. Diese Umstände dürften jedoch dem Interesse der nachfolgenden Schilderung um so weniger Eintrag thun, als dieselbe für die vorausgesetzten Verhältnisse eine erschöpfende und in sich abgeschlossene ist und die Anwendung auf andere Verhältnisse sich leicht von selbst ergiebt. L.

Fig. 300.

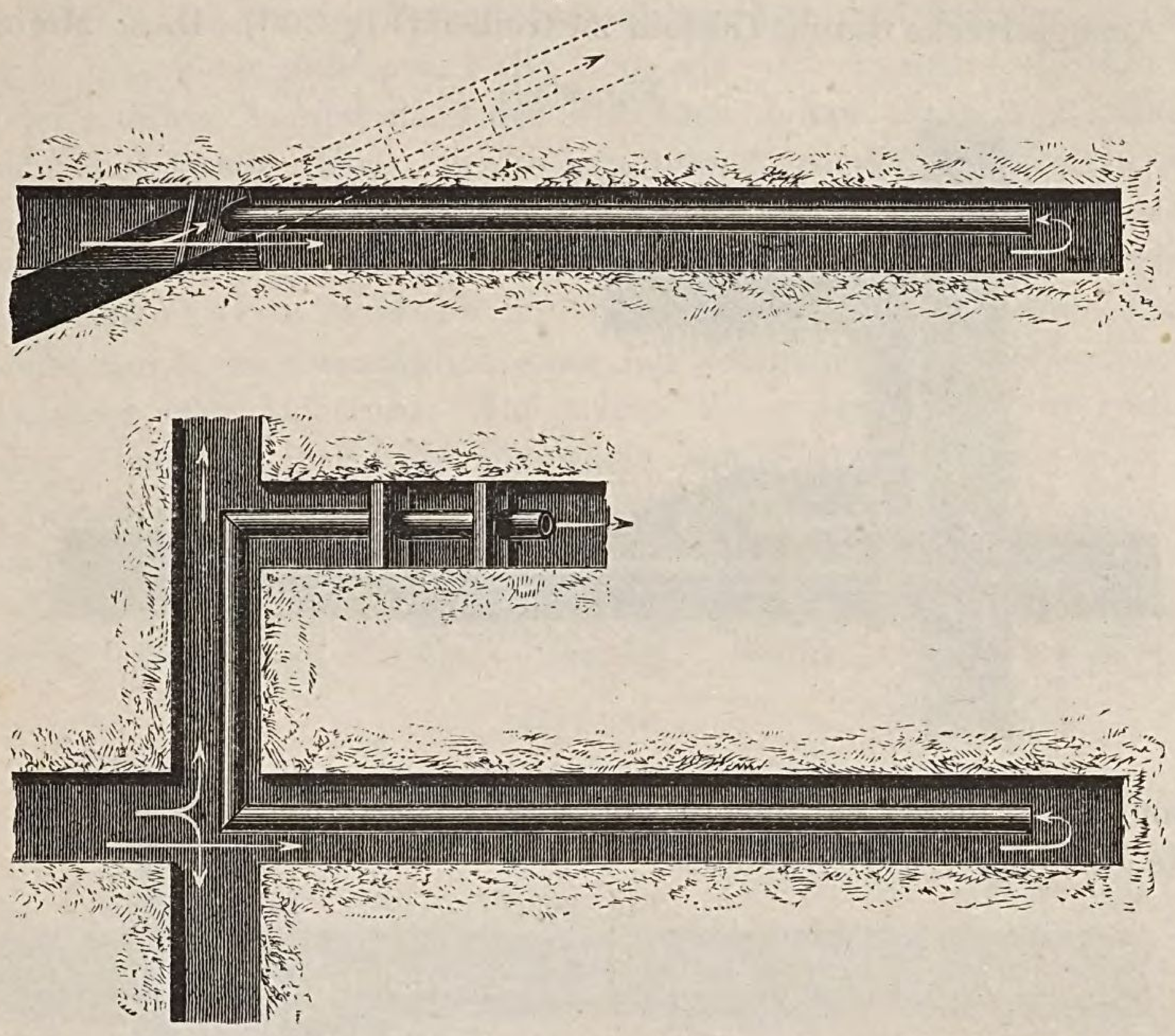
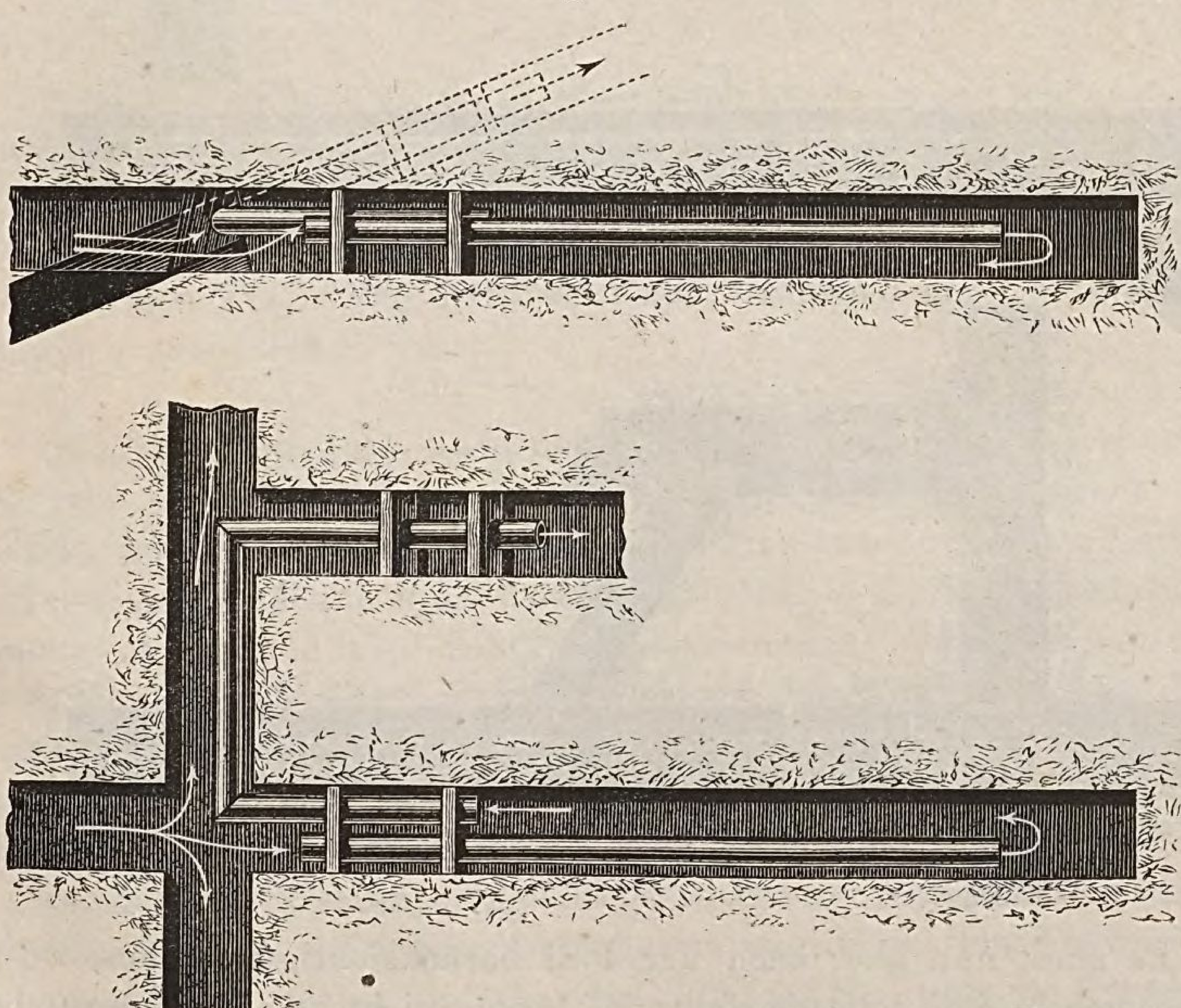
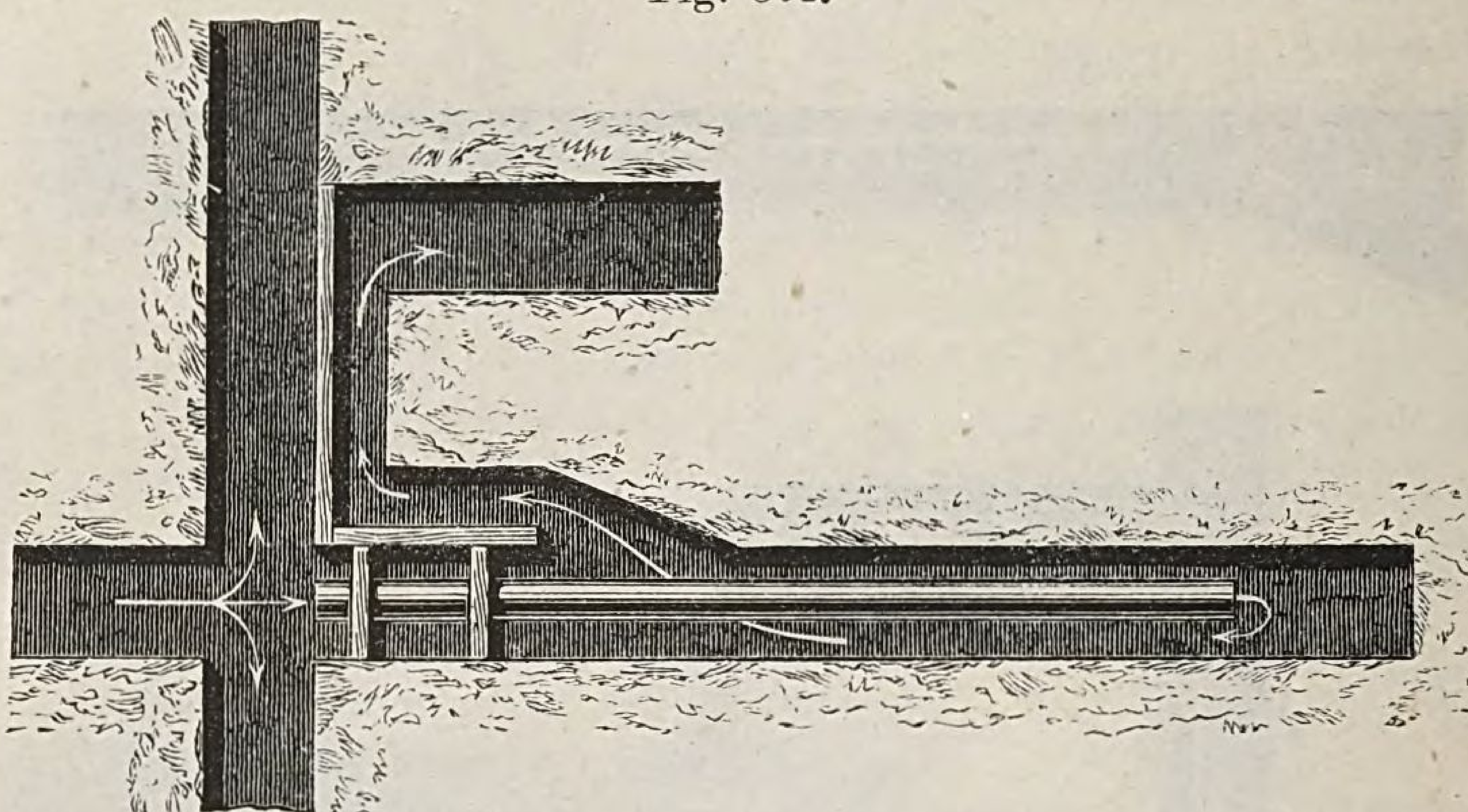


Fig. 301.



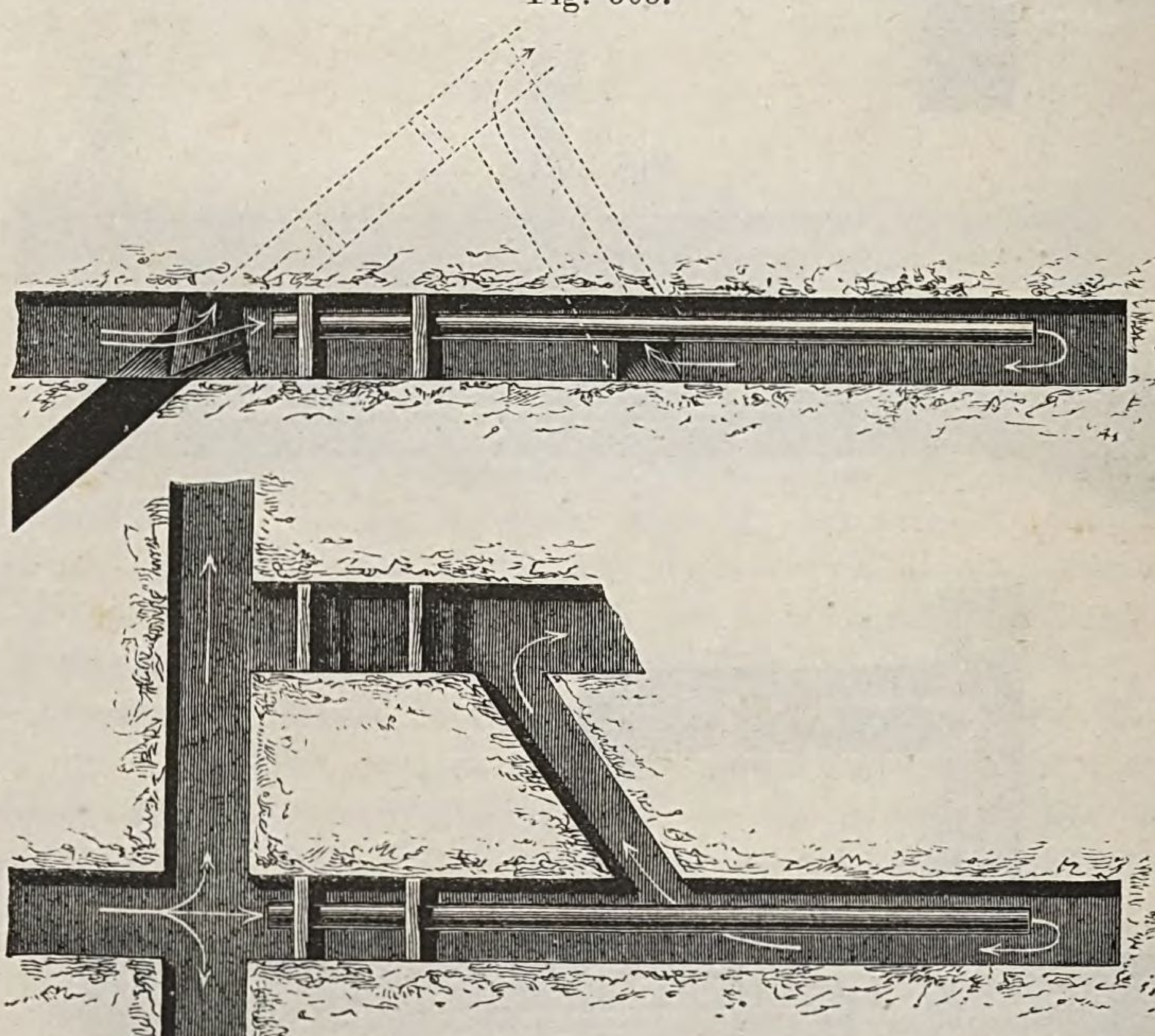
gestatten, ein wirkliches Umbruchsort zwischen dem Querschlage und der Abzugsstrecke durchs Gestein zu treiben (Fig. 303). Diese Methode

Fig. 302.



kommt im Principe auf den in Fig. 299 dargestellten Fall, der als der beste bezeichnet wurde, hinaus.

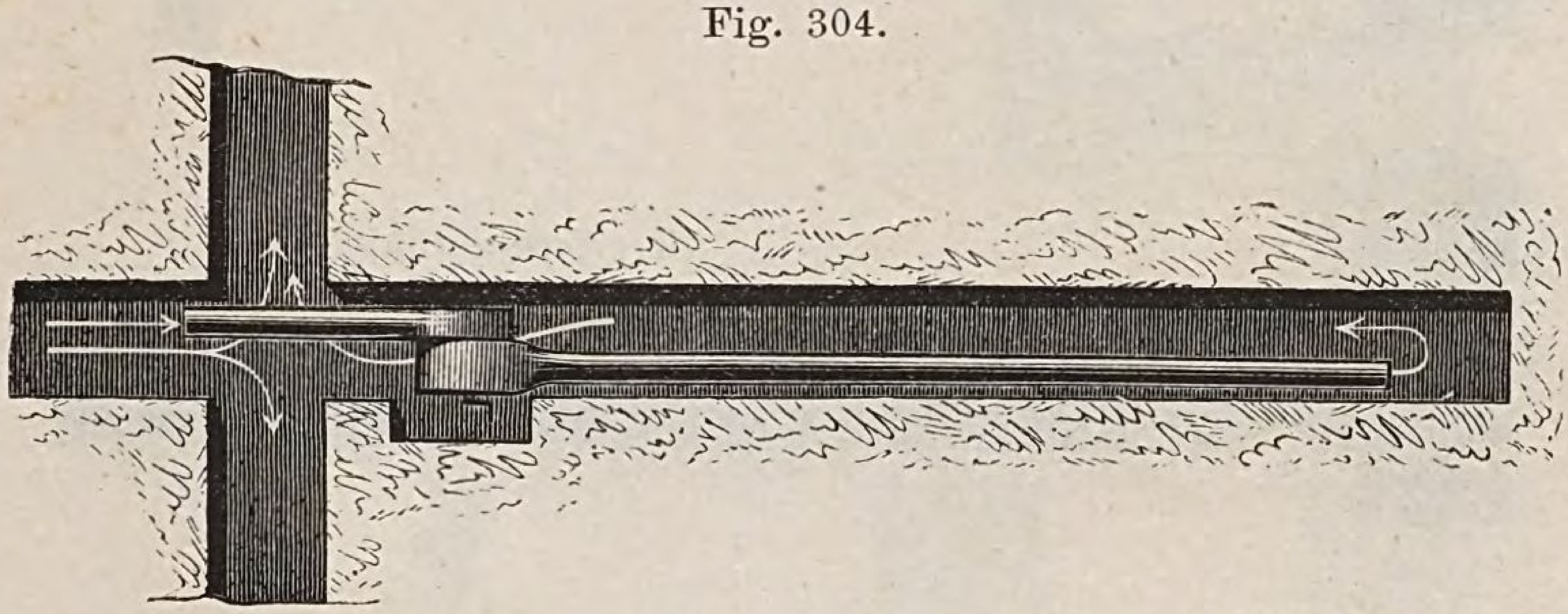
Fig. 303.



Es muss nun aber auch der Fall berücksichtigt werden, wo ein Abzugsweg in dem letztüberfahrenen Flötze nicht zur Verfügung steht.

Die vor Ort des Querschlages gebrauchten Wetter müssen dann wohl oder übel durch die im Betrieb befindlichen Baue geleitet werden. Man mag in diesem ungünstigen Falle blasende oder saugende Lutten anwenden, immer kommt noch der Nachtheil hinzu, dass Wetterthüren in den Hauptwetterstrom, in die gangbare Förderstrecke gestellt werden müssen, wodurch Wetterführung wie Förderung behindert werden. Die einzige Möglichkeit, dies zu vermeiden, liegt in der Anwendung eines besonderen Motors für die Separatventilation, einer Handwettertrommel oder womöglich eines mit comprimirter Luft betriebenen Ventilators oder Injectors. Auf solche Weise lässt sich ein beliebig starker Strom frischer Luft rückwärts vom Flötze abfangen und vor Ort schaffen, ohne dass der Hauptwetterstrom auf seinem Wege zu den Abbauen gehemmt wird (Fig. 304). Der Uebelstand, dass die gebrauchten Wetter in den frischen Strom entlassen werden müssen, wird natürlich auch hierdurch nicht beseitigt. Wenn, wie in Fig. 304, der

Fig. 304.



Hauptwetterstrom sich bei Erreichung des Flötzes in zwei Arme theilt, so kann man mit Hülfe eines Scheiders oder eines knieförmigen Luttenstücks die von dem Querschlagsorte zurückkehrenden Wetter beliebig in denjenigen Theilstrom einführen, bei welchem jener Uebelstand am wenigsten zu bedeuten hat.

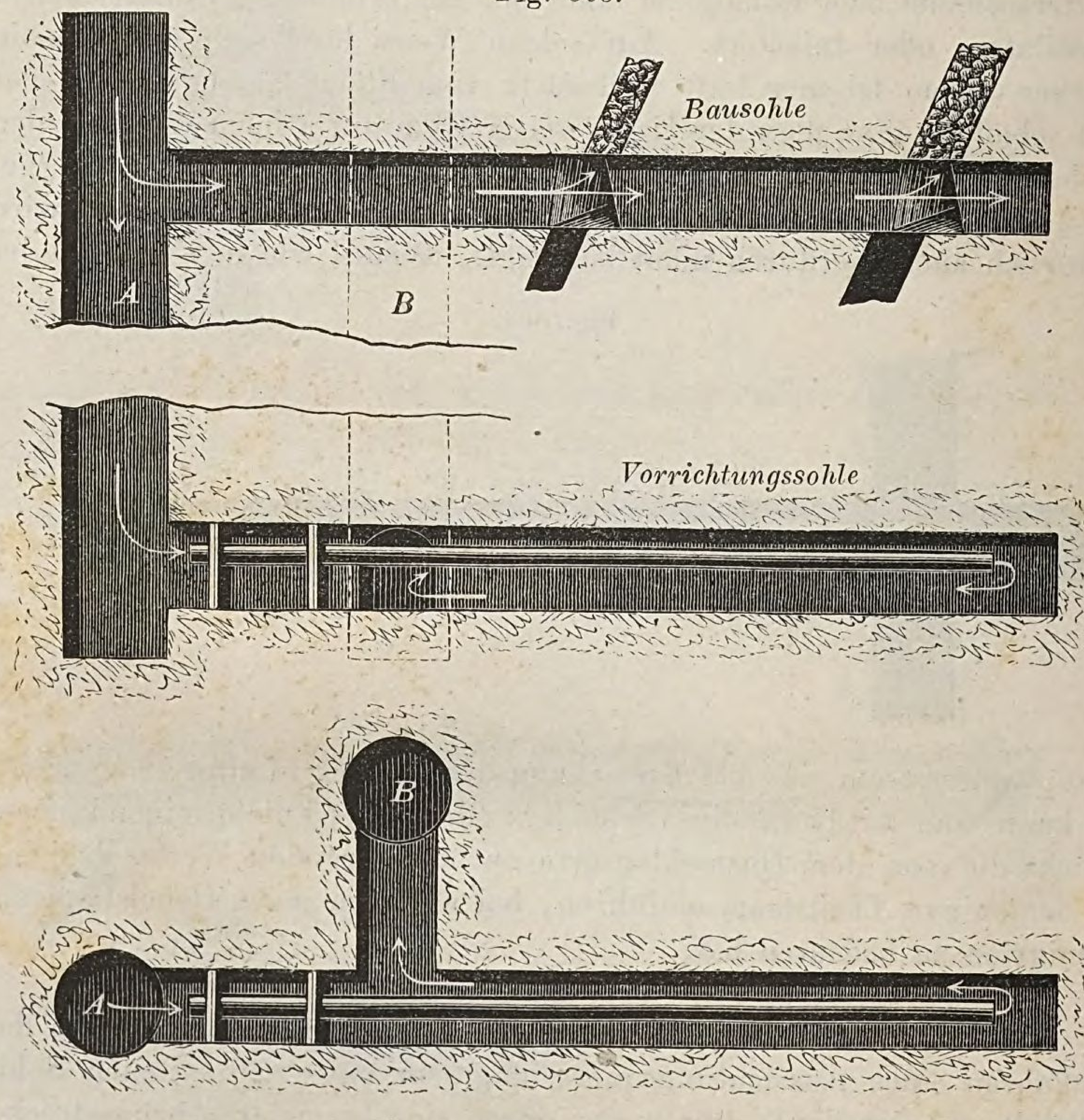
625. Es bleibt nun noch der Fall zu erörtern, wo es sich um das Auffahren eines Ausrichtungsquerschlages in einer ganz neuen Sohle handelt, wo also die Wetter weder durch eine besondere Abzugsstrecke, noch vor Abbaustössen hinauf nach der höheren Sohle geführt werden können. Am besten wird dann der (ausziehende) Wetterschacht sofort bis zu derselben Teufe niedergebracht wie der Förderschacht. Es ist schon früher gezeigt (190), dass dieses Verfahren für das Abteufen des Förderschachtes selbst grosse Vortheile bietet, indem der kleine Hülfsschacht entbehrlich und die Bergeförderung sehr erleichtert wird.

Ist dieses Verfahren eingehalten, so ist die Wetterversorgung der weiteren Aus- und Vorrichtungsarbeiten sowohl in blasender wie in saugender Weise höchst einfach. Fig. 305 (a. f. S.) stellt die Anordnung

mit blasenden Lutten, welche bekanntlich vorzuziehen ist, dar. Das gleichzeitige Abteufen des Wetterschachtes mit dem Förderschachte ist besonders auch für die in den Flötzen zu treibenden Vorrichtungsbaue äusserst werthvoll.

Wenn in Folge besonderer Umstände der Wetterschacht noch zurück ist, so müssen blasende oder saugende Lutten (oder ein Wettertrumm) in dem Förderschachte angebracht werden. Für jeden speciellen Fall dieser Art sind mehrere leicht zu begreifende Methoden

Fig. 305.



möglich. Auf dieselben soll hier nicht weiter eingegangen werden. Sie sind sämmtlich weit weniger empfehlenswerth als die vorher angegebene, einzig rationelle Methode.

626. Dasselbe gilt für das Abteufen unter einer Schwebe. Auch hier ist die Wetterführung einfach, wenn der Wetterschacht zur Stelle ist. Reicht er hingegen nur bis zur Wettersohle, so werden lange, saugende Luttenstränge im Förderschachte nothwendig (Fig. 306), oder man muss, was besser ist, eine blasende Wettertrommel aufstellen (Fig. 307). Beim Abteufen unter der Schwebe kann die An-

Fig. 306.

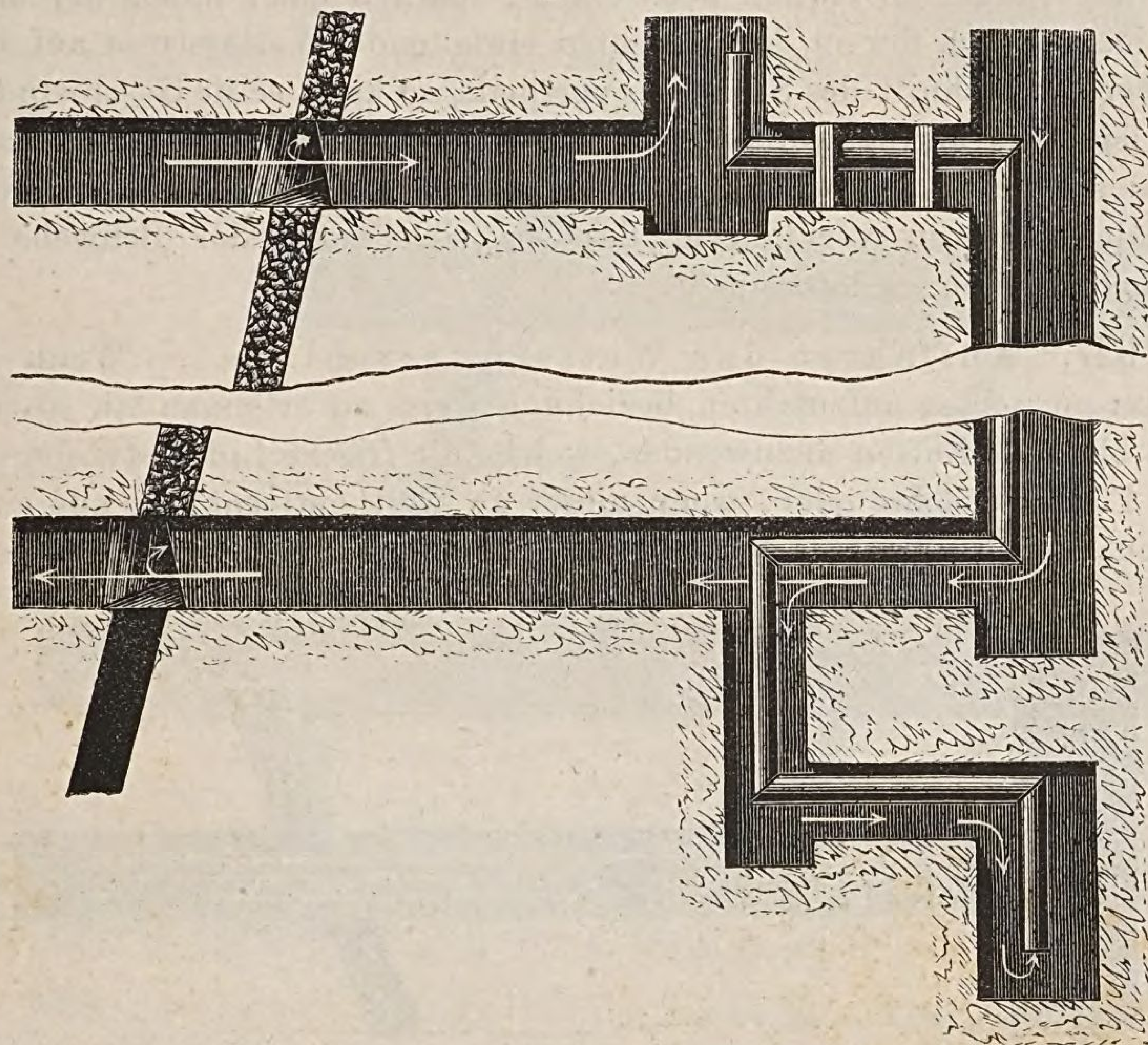
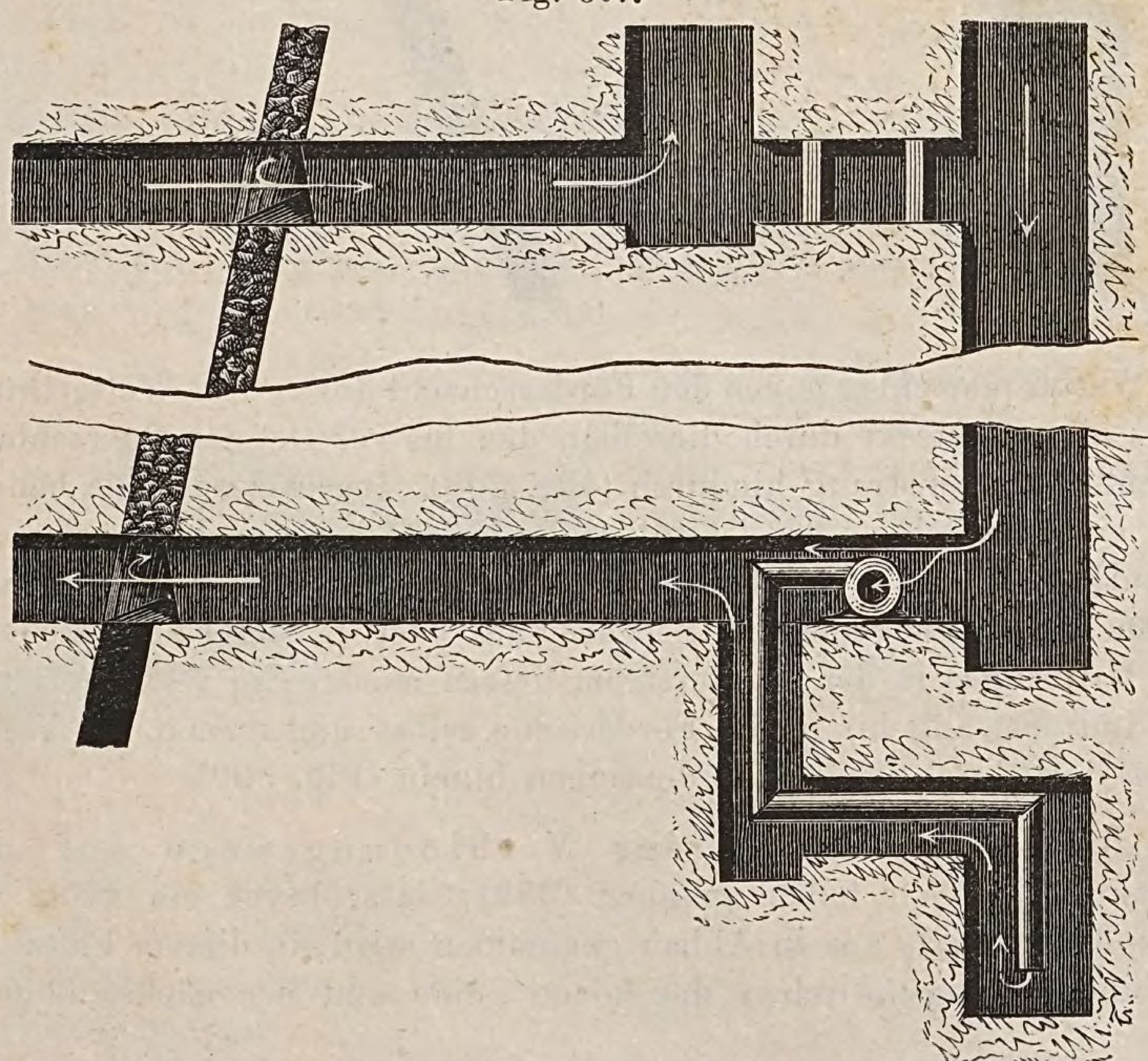


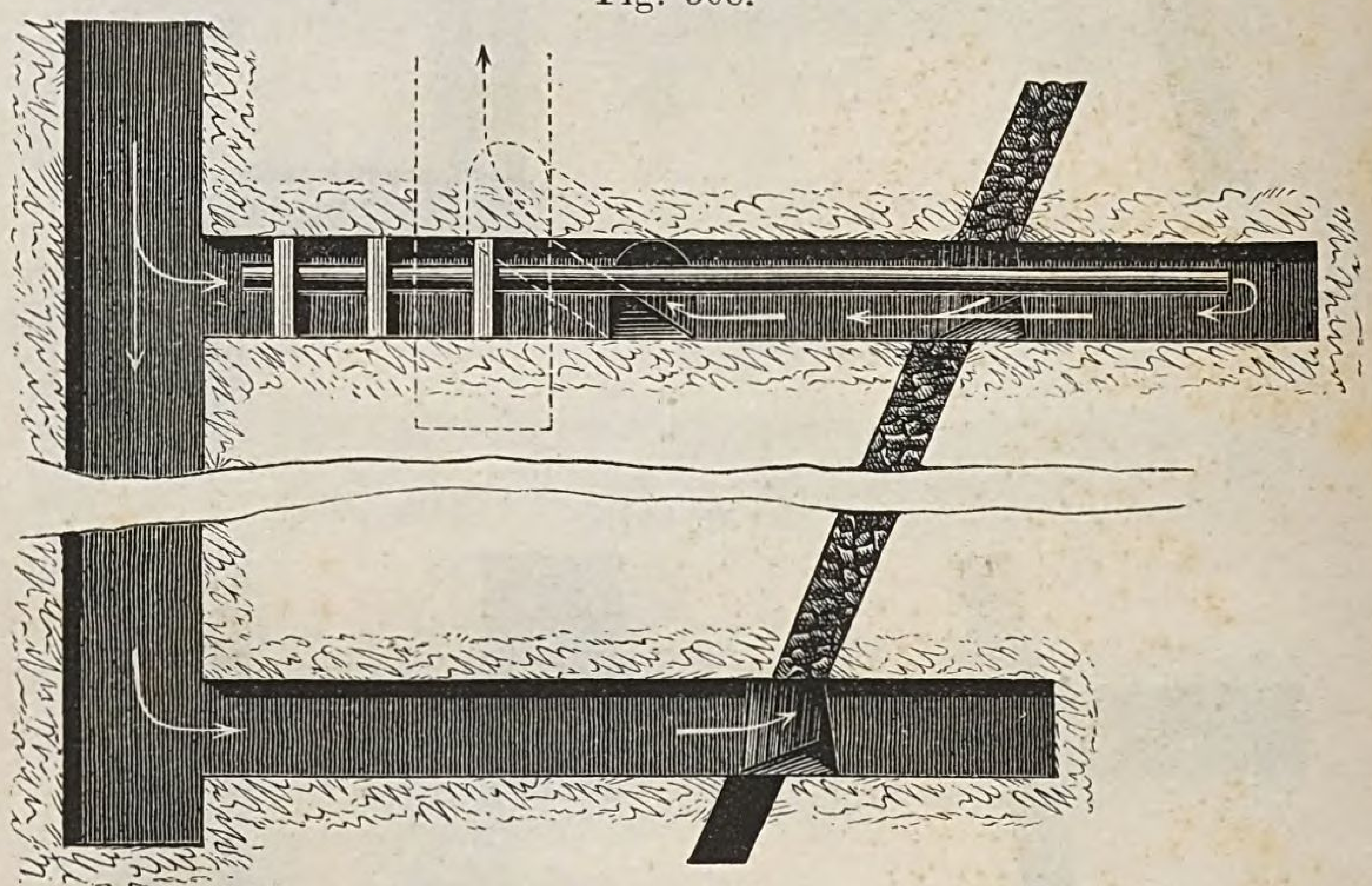
Fig. 307.



wendung saugender Lutten noch einen Nachtheil mehr haben als sonst. Da sich nämlich der in das Abteufen einfallende Wetterstrom auf den grossen Querschnitt des Schachtes vertheilt, so kann seine Geschwindigkeit leicht zu gering werden, um das sich entwickelnde und nach aufwärts strebende Grubengas in umgekehrter Richtung mit sich fortzuspülen und zu verhindern, dass es sich unter der Schwebe zu gefährliche Mengen ansammelt.

627. Auffahren der Wetterquerschläge. — Wenn ein Wetterquerschlag aufzufahren, beziehungsweise zu erlängen ist, so sind stets blasende Lutten anzuwenden, welche die frische Luft entweder aus dem Förderschachte oder, wenn dieser zu weit entfernt ist, aus einer Strecke der Fördersohle herbeiführen. Im ersteren Falle sperrt man

Fig. 308.

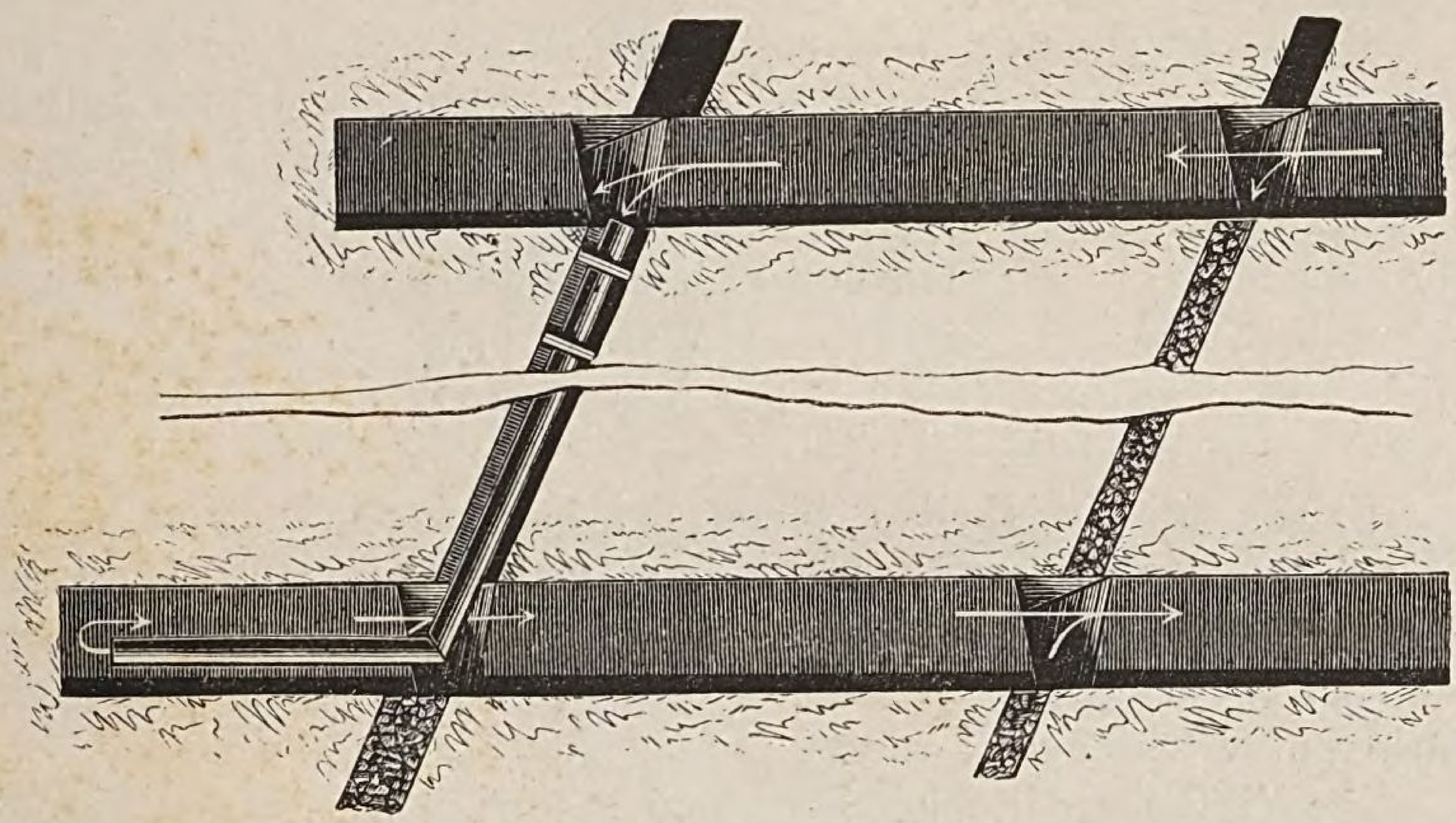


den Wetterquerschlag gegen den Förderschacht durch drei Wetterthüren dicht ab und steckt durch dieselben den bis vor Ort des Querschlages gehenden Luttenstrang hindurch (Fig. 308). Im zweiten Falle benutzt man einen auf einem der letztüberfahrenen Flötze von der Fördersohle heraufkommenden Verbindungsweg zur Herbeileitung der Wetter. Wenn dieser entweder im Bergeversatz oder in der Kohle stehende Bau Grubengas in den Wetterstrom liefern möchte, so verlängert man den Luttenstrang bis in die Fördersohle selbst und zwingt die Wetter schon dort durch Thüren in denselben hinein (Fig. 309).

628. Herstellung der Verbindungswege auf den Flötzen. — Wir haben gesehen (389), dass, bevor ein Flötz von einer neuen Sohle aus in Abbau genommen wird, in diesem Flötze ein Verbindungsweg zwischen der neuen Sohle und der nächst höheren

(der Wettersohle) hergestellt werden muss. Dies geschieht nun entweder in der Richtung von unten nach oben oder von oben nach unten,

Fig. 309.

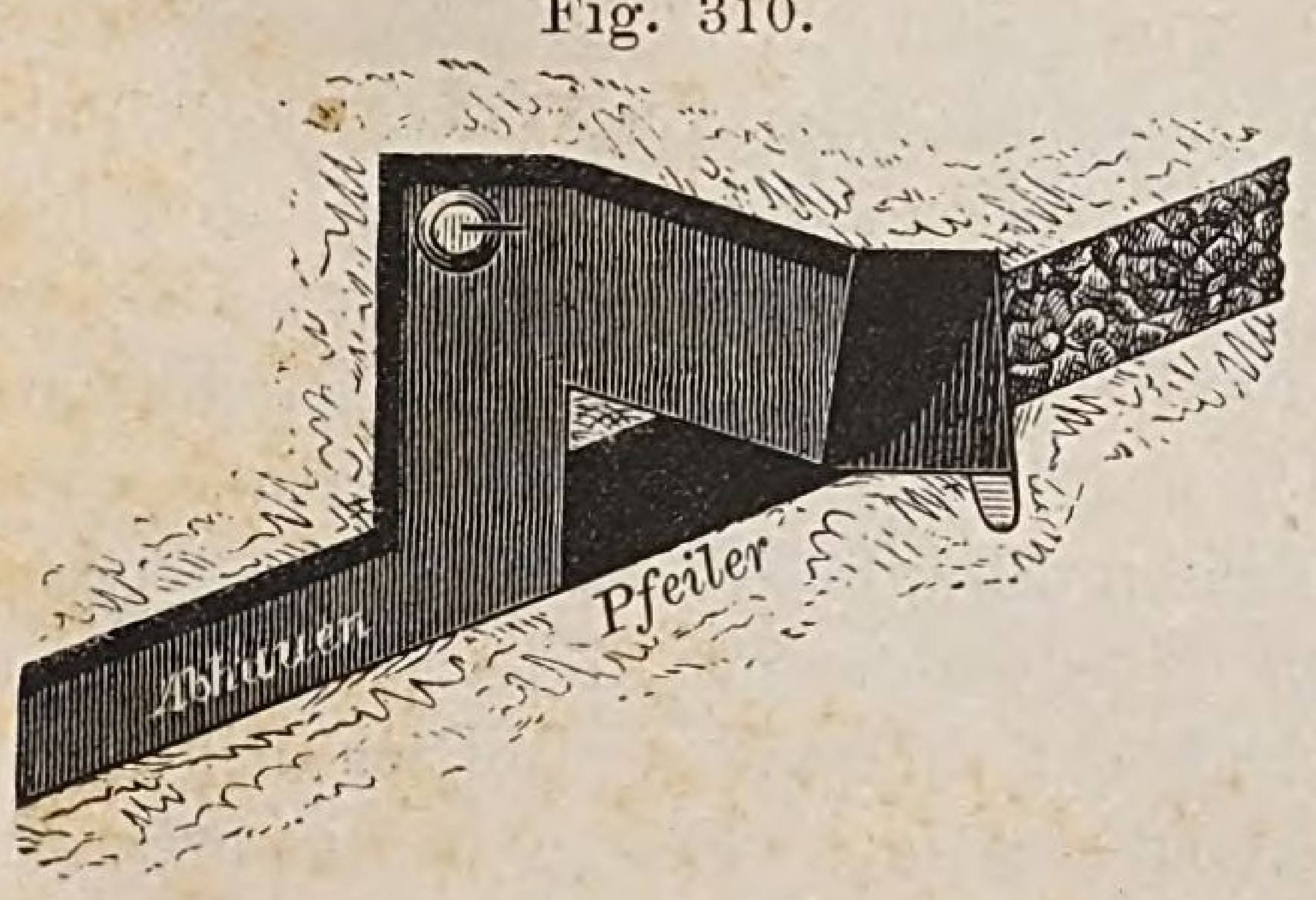


also entweder durch Aufhauen aus der neuen Fördersohle oder durch Abhauen aus der höheren Sohle.

629. Abhauen (einfallende Strecken, flache Schächte, Gesenke). — Das Abhauen ist die einfachere der beiden Methoden. Die Arbeit ist in Bezug auf Schlagwetter viel sicherer, überhaupt leichter zu ventiliren, weil das Grubengas in Folge seines geringen specifischen Gewichtes von selbst aus dem Baue hinaus zu steigen strebt. Der Betrieb selbst ist jedoch langsamer und kostspieliger als beim Aufhauen.

Gleichwohl wird das Abhauen nicht selten angewendet, sei es, dass man wegen starker Grubengasentwickelung mit dem Aufhauen nicht ans Ziel zu kommen fürchtet, sei es, dass man das Flötz in der neuen Sohle noch nicht querschlägig ausgerichtet hat, oder sei es endlich, dass man der Zeitersparniss wegen von oben und unten gleichzeitig vorgeht.

Fig. 310.



Die Wetterführung in diesen Abhauen unterliegt keiner Schwierigkeit. Sie erfolgt mittelst eines blasenden Luttenstranges, welcher die frische Luft direct vor Ort führt. Der Abzug der Wetter erfolgt durch die einfallende Strecke (den flachen Schacht) selbst in der Richtung, welcher das Grubengas freiwillig zu folgen strebt.

Falls in der oberen Grundstrecke Wasser fliesst, muss dasselbe von dem Abhauen abgehalten werden. Dies geschieht am sichersten durch die in Fig. 310 (a. v. S.) dargestellte Art des Vorgehens.

630. Aufhauen (schwebende Strecken, flache Ueberbrechen). In Bezug auf die Arbeit selbst bietet das Aufhauen grosse Vortheile vor dem Abhauen. Das Hereingewinnen der Massen ist leichter, weil das Eigengewicht derselben zu Hülfe kommt; die Förderung ist billiger und flotter, die Arbeitsstätte kann also immer aufgeräumt sein; die zusitzenden Wasser behindern die Arbeit nicht. Alle diese Umstände begünstigen ein schnelleres Vorrücken beim schwebenden Betriebe.

Grosse Schwierigkeiten bietet der schwebende Betrieb dagegen hinsichtlich der Wetterführung. Das Grubengas strebt immer nach dem höchsten Punkte hin. Um es hinwegzuspülen, muss es also seiner natürlichen Bewegungsrichtung entgegengeführt werden, was einen stärkeren Wetterzug erfordert.

Die Vortheile der schnelleren und billigeren Arbeit sind nun aber bei dem schwebenden Betriebe so bedeutend, dass man, wenn man die Wahl hat, diesen Betrieb meist vorzieht; nur muss der Wetterführung eine ganz besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Die diesbezüglichen Maassregeln werden im Nachstehenden besprochen werden.

631. Das Aufhauen kann in zweierlei Weise geschehen: entweder im einfachen Ortsbetriebe oder mittelst Abbaustosses.

632. Das Aufhauen im Ortsbetriebe hat schmale Dimensionen (1,5 bis 2,5 m Breite) und wird durch blasende oder saugende Lutten ventilirt.

Lässt man die Lutten blasend wirken, so wird zwar der Arbeitsstoss möglichst lebhaft von dem frischen Wetterstrome bespült, dagegen ist die Geschwindigkeit der durch den freien Querschnitt zurückkehrenden Wetter so gering, dass in dem unterhalb des Arbeitsstosses befindlichen Raume die Schlagwetter leicht stehen bleiben können. Dies ist, ganz abgesehen davon, dass in diesem Raume ebenfalls Arbeiter beschäftigt sein können, auch für die Sicherheit der vor Ort befindlichen Arbeiter unzulässig. Wenn sich das Grubengas sehr reichlich entwickelt, kann eventuell sogar dessen Steigbestreben den Wetterzug überwinden, so dass sich auch am Ortsstosse selbst die Ansammlungen einstellen. Ein fernerer Nachtheil der blasenden Lutten bei Aufhauen ist der, dass die frei zurückkehrenden Wetter in die Förderstrecken entlassen werden müssen.

Aus diesen Gründen sind für schwebende Betriebe die saugenden Lutten trotz ihrer geringeren quantitativen Leistung (617) vorzuziehen. Man giebt ihnen eben einen so grossen Querschnitt, dass sie ausser

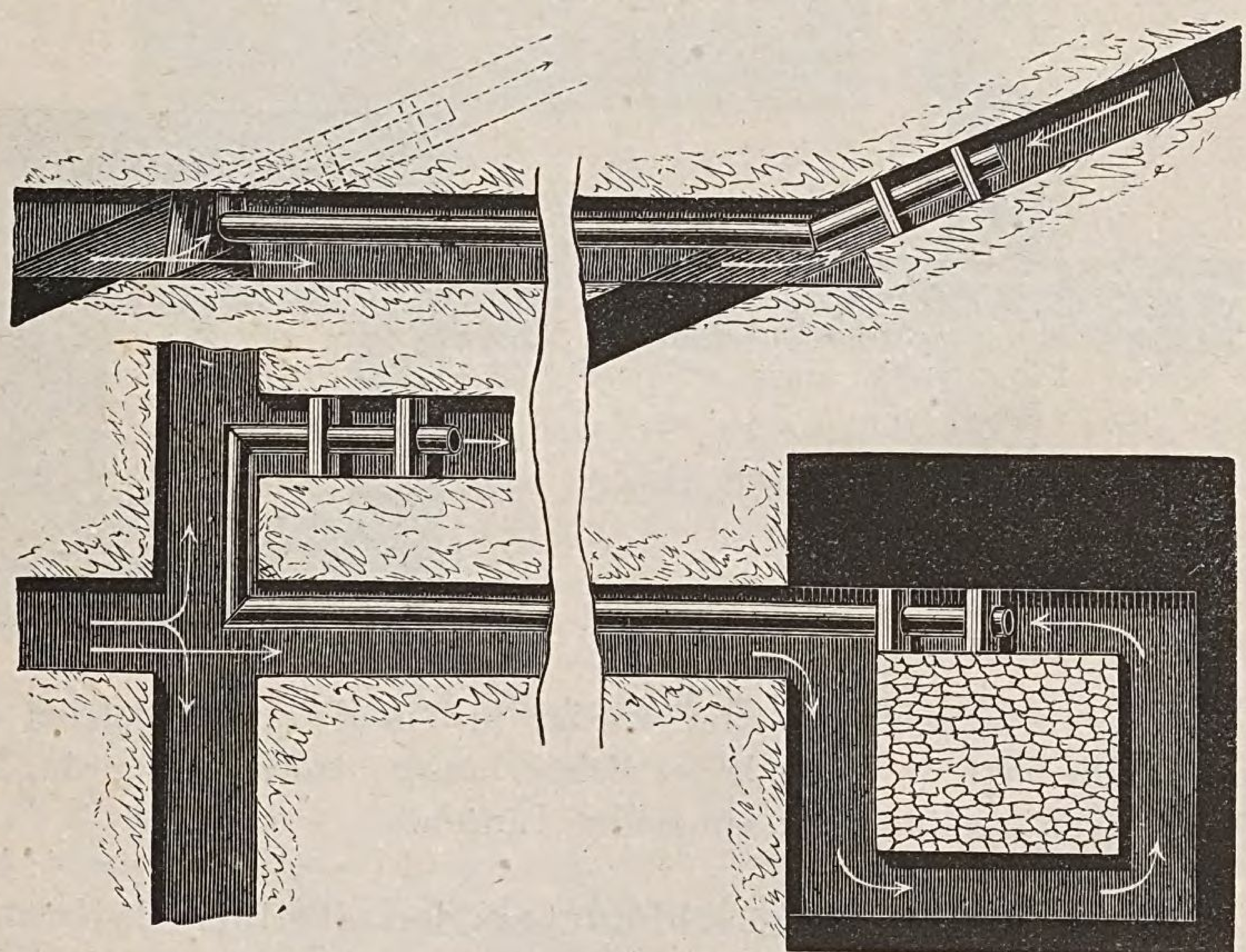
der zugeführten frischen Luft auch das hinzukommende Gas sicher abzuführen vermögen. Wenn man Sorge trägt, dass sie immer bis dicht vor den Stoss reichen, so wird dieser bei saugenden Lutten sich im Allgemeinen besser ventilirt zeigen als bei blasenden. Auch ist man bei saugenden Lutten in der Lage, die abziehenden Wetter irgend wohin leiten zu können, wo sie nicht unbequem sind, z. B. durch ein bereits fertiges Aufhauen nach der Wettersohle.

Für aufwärts gerichtete Oerter verdienen demnach saugende Lutten vor blasenden den Vorzug. Bei grosser Höhe wird aber überhaupt die Wetterversorgung mittelst Lutten unzureichend. Es muss dann das Aufhauen mittelst Abbaustosses gewählt werden.

633. Aufhauen mittelst Abbaustosses. — Bei diesem Betriebe macht es einigen Unterschied, ob das Flötzfallen flach oder steil ist.

634. Aufhauen mit Abbaustoss bei flachem Fallen. — Hierbei verhält sich Alles so, wie bei einem schwebenden Strebstosse

Fig. 311.



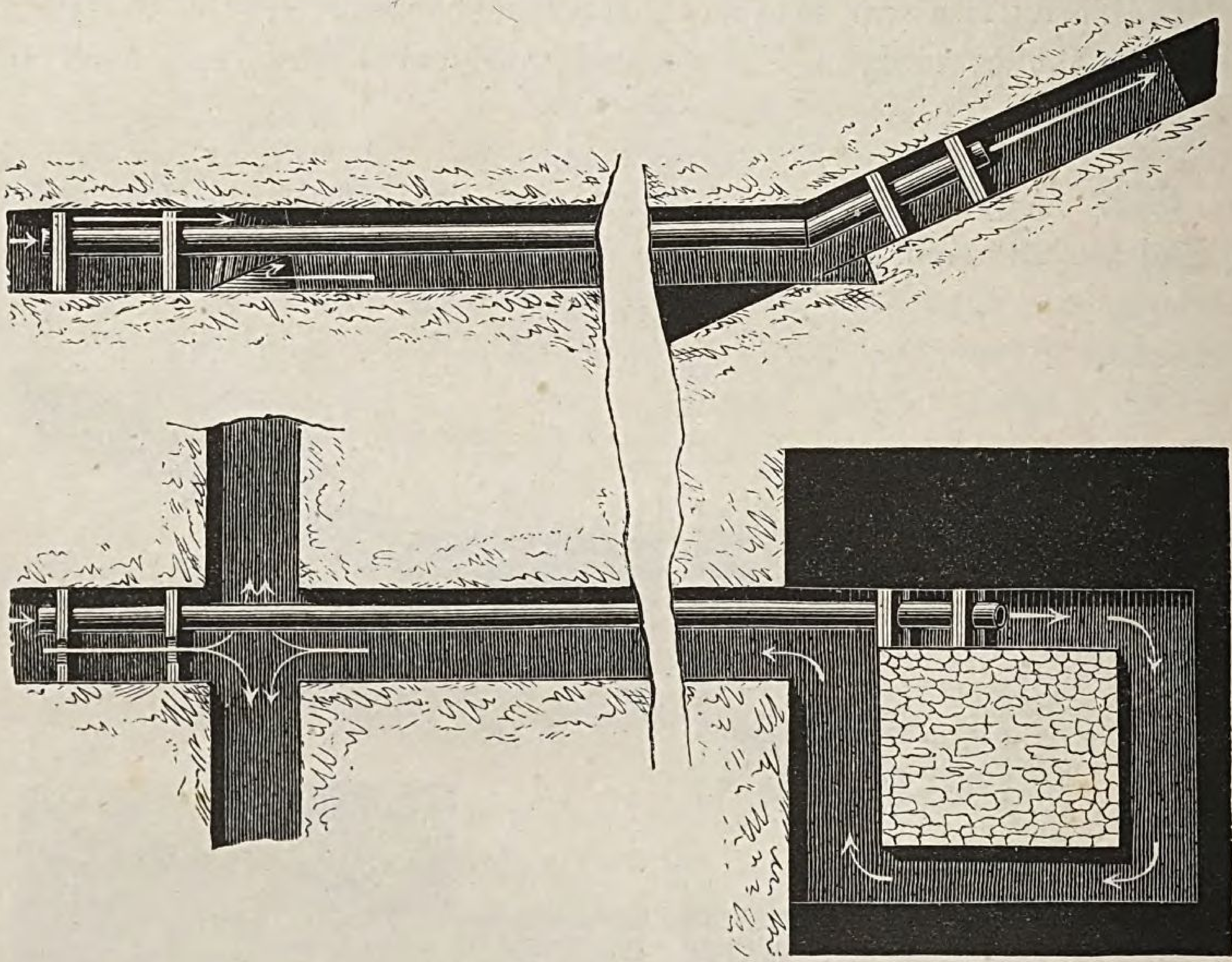
von 8 bis 10 m Breite. Auf beiden Seiten der Strebe wird eine Strecke nachgeführt, von denen die eine zur Förderung und zum Hinaufströmen der frischen Wetter, die andere ausschliesslich zum Abzug der gebrauchten Wetter dient. Beide Strecken sind durch einen dichten Bergeversatz von einander getrennt. Die Seitenmauern des letzteren

werden aus den beim Streckennachreissen fallenden Bergen aufgeführt, der Zwischenraum wird mit fest zusammengepferchten Schrambergen ausgefüllt. Wenn solche nicht vorhanden sind, muss Grieskohle dazu verwendet werden, welche später, wenn das Aufhauen mit der oberen Sohle durchschlägig ist, wiedergewonnen werden kann.

Die Wetterabzugsstrecke steht am Fusse des Aufhauens durch Lutten mit einer zur Wettersohle führenden Strecke in Verbindung (Fig. 311, a. v. S.).

Eine andere Methode besteht darin, die frischen Wetter durch Lutten zum Fusse des Aufhauens zu leiten (Fig. 312); dann werden

Fig. 312.

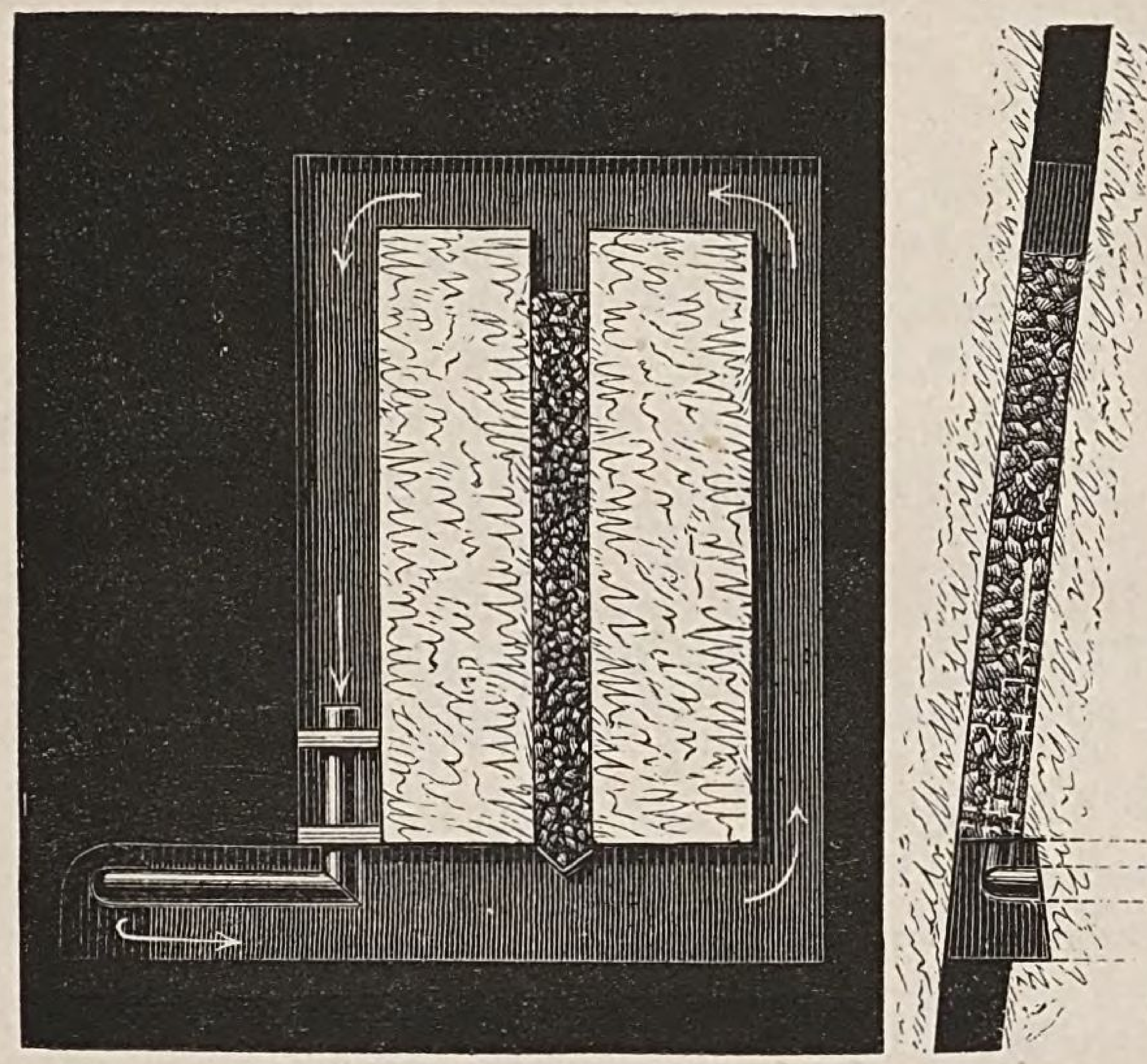


jedoch die verbrauchten Wetter wieder in den Hauptwetterstrom entlassen. Die erstere Methode ist daher besser, trotz der geringeren quantitativen Leistung der saugenden Lutten.

635. Aufhauen mit Abbaustoss bei steilem Fallen. — Diese Betriebe weichen von den schwächer ansteigenden nur darin ab, dass statt zweier Strecken deren drei oder vielmehr drei Rolllöcher nachgeführt werden (Fig. 313). Einer der beiden seitlichen Canäle dient zum Hinaufziehen der frischen Wetter und zur Fahrung, der andere dient als Rückweg für die Wetter. Der mittlere Canal dient als eigentliches Rollloch zur Förderung und wird am besten immer voll Kohlen gehalten. Im Uebrigen gelten die für das Aufhauen auf

flachen Flötzen gegebenen Einzelheiten auch für das Aufhauen auf steilen Flötzen.

Fig. 313.



§. 3.

Erzeugung des Wetterstromes.

636. Bei den bisherigen Betrachtungen wurde ein durch den Förderschacht einfallender und nach Durchstreichung aller Baue durch den sogenannten Wetterschacht wieder ausziehender Wetterstrom als gegeben vorausgesetzt. Um diesen Wetterwechsel zu erzeugen, bedarf es nun aber einer bewegenden Kraft, eines Ventilationsmittels oder eines Ventilationsmotors.

637. Auf den ersten Blick scheint der Wetterstrom auf zwei verschiedene Weisen in Bewegung gesetzt werden zu können: entweder durch Einblasen frischer Luft in den Förderschacht, indem in diesem eine gewisse Pression erzeugt wird, oder durch Ansaugen der Grubenluft an der Mündung des Wetterschachtes mittelst einer daselbst erzeugten Depression. Hinsichtlich des zur Bewegung einer bestimmten Wettermenge erforderlichen Kraftaufwandes ergiebt die Rechnung einen kleinen Unterschied zu Gunsten der ersteren Methode. Dieser Vortheil verschwindet jedoch vollständig gegen die praktischen Unzuträglichkeiten, welche diese Methode mit sich führen würde.

Wenn nämlich die Luft durch den einziehenden Schacht eingeblasen, also in diesem eine gewisse Pression erzeugt werden sollte, so

müsste derselbe mit der blasenden Maschine in Verbindung stehen und gegen die äussere Atmosphäre abgeschlossen sein. Dieser Abschluss, obgleich möglich, würde jedoch nothwendigerweise complicirte Vorkehrungen erfordern, da der Wettereintrittsschacht eben wegen der nicht verdorbenen Wetter zur Förderung, Fahrung u. s. w. benutzt wird.

Werden dagegen die Wetter am ausziehenden Schachte angesaugt, so wird dieser von der Atmosphäre abgesperrt und mit der saugenden Maschine in Verbindung gesetzt, was ohne Bedenken möglich ist, weil der Schacht in der Regel zu keinem anderen Zwecke dient.

Nur dieser Umstand ist die Ursache, dass, bis heute wenigstens, ausschliesslich saugende Ventilation zur Anwendung kommt.

638. Die zum Ansaugen der Grubenluft erforderliche Depression im Wetterschachte kann durch mannigfache Mittel erzeugt werden. Folgende Eintheilung giebt eine Uebersicht über dieselben:

- A. Natürlicher Wetterwechsel.
- B. Ventilation durch Erwärmen des ausziehenden Wetterstromes . .
 - Wetteröfen.
 - Dampfleitungen.
- C. Ventilation durch Dampfstrahlen
 - Offene Dampfstrahlen.
 - Injectoren.
- D. Ventilation durch Maschinen
 - Hin- und hergehende Luftpumpen
 - Kolbenmaschinen.
 - Glockenmaschinen.
 - Rotations-Luftpumpen
 - Ventilator v. *Fabry*
 - „ „ *Lemielle*.
 - Centrifugal-Ventilatoren
 - Ventilator v. *Guibal*.
 - „ „ *Lambert*.
 - „ „ *Harzé*
 - u. s. w.

Zunächst mögen diese verschiedenen Ventilationsmittel kurz beschrieben werden. Sodann werden sie hinsichtlich ihres Werthes zu vergleichen sein.

639. *Natürlicher Wetterwechsel.* — Wenn die Baue einer Grube durch zwei Schächte in gleichem Niveau mit der Oberfläche in Verbindung stehen und kein besonderer Anstoss erfolgt, so bleibt die Luft in den Schächten und Bauen offenbar in Ruhe. Kommt dieselbe aber durch irgend eine Ursache, etwa durch freies Niederfallen von Wasser in dem einen Schachte, nach der einen oder anderen Richtung in Bewegung, so kann diese Bewegung unter gewissen Umständen endlos fortdauern und die Grubenbaue ventiliren. Die Luft, welche

bei Entstehung der Strömung von aussen nachdringt, erwärmt sich nämlich auf ihrem Wege durch die Grube einestheils in Folge der mit der Tiefe zunehmenden Gesteinstemperatur, anderntheils auch durch die Reibung an den Stössen. So entsteht eine Temperaturdifferenz zwischen dem einziehenden und dem ausziehenden Schachte, welche eben durch die Bewegung selbst fortdauernd aufrecht erhalten wird.

Diese Temperaturdifferenz bedingt einen Unterschied in der Dichtigkeit der beiden Luftsäulen. Die Luftsäule des ausziehenden Schachtes wird leichter als diejenige des einziehenden Schachtes, das Gleichgewicht ist und bleibt gestört und die Bewegung dauert in dem anfänglichen Sinne unaufhörlich fort.

Die Stärke des so entstehenden Wetterstromes hängt von der Tiefe der Schächte, von der Temperaturdifferenz zwischen der äusseren und der Grubenluft und von den zu überwindenden Widerständen ab. Die Wirkung der Temperaturdifferenz lässt sich vergrössern, indem man den ausziehenden Schacht durch Aufsetzen einer Esse erhöht.

640. Da die auf solche Weise entstehende Depression niemals bedeutend, sondern immer geringer als 1 cm Wassersäule ist, so giebt der natürliche Wetterwechsel nur bei ganz geringen Widerständen eine ausreichende Ventilation. Er ist demnach nur für Gruben mit weiten Querschnitten, regelmässigem Verlauf und mässiger Länge der Wetterwege zu gebrauchen.

Die natürliche Wetterführung hat auch noch einen Nachtheil, welcher sie für Schlagwettergruben unanwendbar macht. Sie ist nämlich, je nach der Jahreszeit und selbst nach täglichen Perioden, von sehr schwankender Lebhaftigkeit. Da die Temperatur des Grubeninnern ziemlich constant ist, die äussere Temperatur hingegen in sehr weiten Grenzen schwankt, so ist der Zug im Winter verhältnissmässig stark, im Sommer aber schwach. In dieser Jahreszeit kann sogar die äussere Luft wärmer werden als die Grubenluft und in Folge dessen sich der Wetterzug vollständig umkehren, so dass die Luft durch den Wetterschacht einfällt und durch den Förderschacht auszieht.

Bei einer gewöhnlichen Grube würde ein solches Umschlagen des Wetterstromes keine grossen Bedenken haben; bei einer mit Schlagwettern behafteten Grube ist es dagegen ganz unzulässig, weil hier die Sicherheit ganz von der einmal festgestellten Richtung des Wetterzuges abhängt.

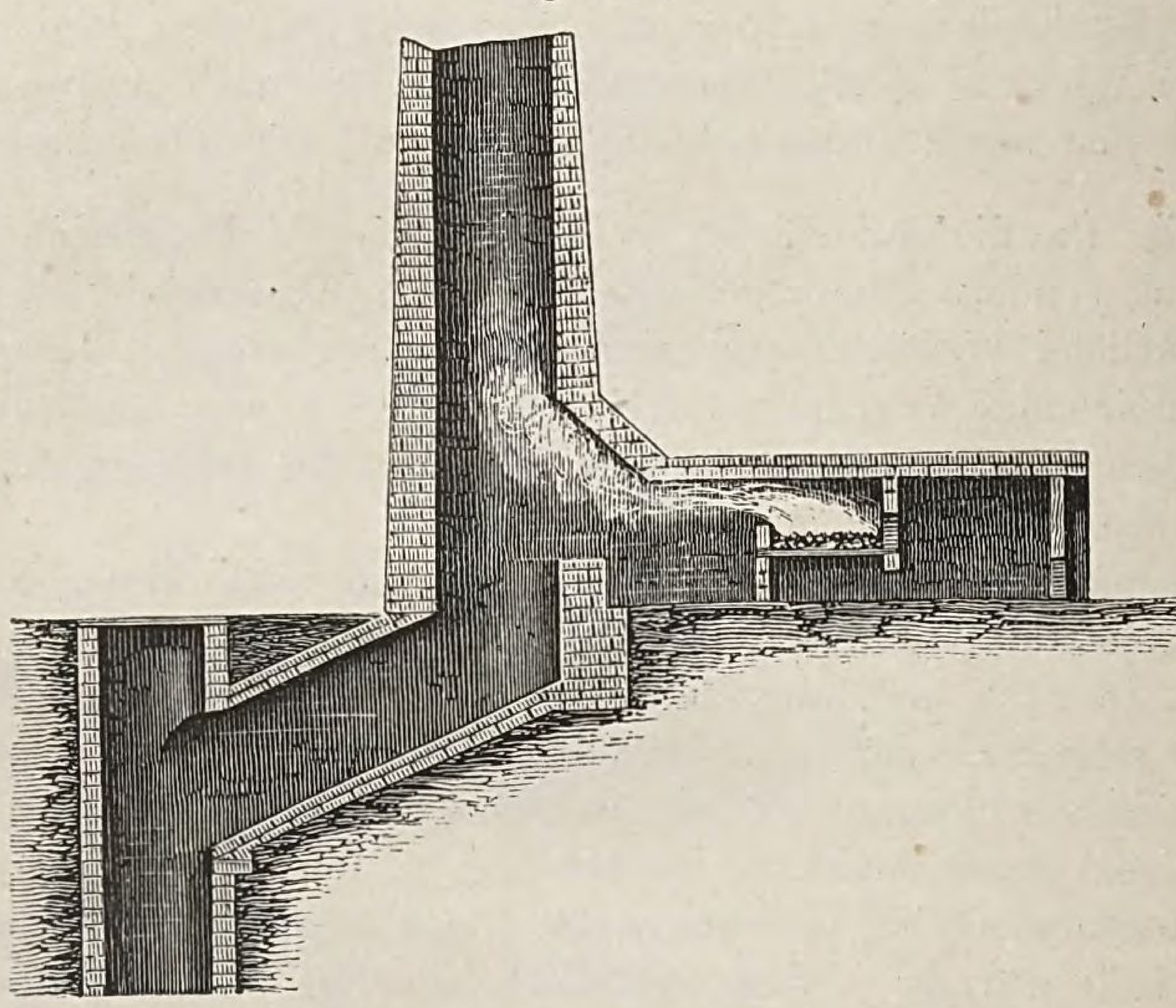
Natürliche Wetterführung findet sich deshalb auch nur bei ganz geringfügigem und von Grubengas nicht belästigtem Betriebe. Man belebt dann den Zug noch nach Möglichkeit durch Erzeugung einer geeigneten Niveaudifferenz zwischen den beiden Schachtmündungen.

641. Ventilation durch künstliches Erwärmen des ausziehenden Wetterstromes. — Die angeführten Nachtheile der

natürlichen Wetterführung werden beseitigt, wenn man die Temperaturdifferenz der beiden Luftsäulen künstlich so vergrössert, dass die Schwankungen der äusseren Temperatur keine Rolle mehr spielen. Man erreicht dies durch Heizen des ausziehenden Wetterschachtes mittelst Herdfeuers (Wetteröfen) oder mittelst Dampfleitungen.

642. Wetteröfen. — Früher pflegten die Wetteröfen über Tage, am Fusse einer den Wetterschacht verlängernden Esse angelegt zu werden. Fig. 314 zeigt eine solche Anordnung, bei welcher der Schacht mit der hohen Esse durch einen geneigten Canal verbunden ist. Am Fusse der Esse, in einem gewölbten Raume, befindet sich der Herd. Der Zutritt der Luft zu diesem Herde ist durch Schieberthüren regulirt.

Fig. 314.



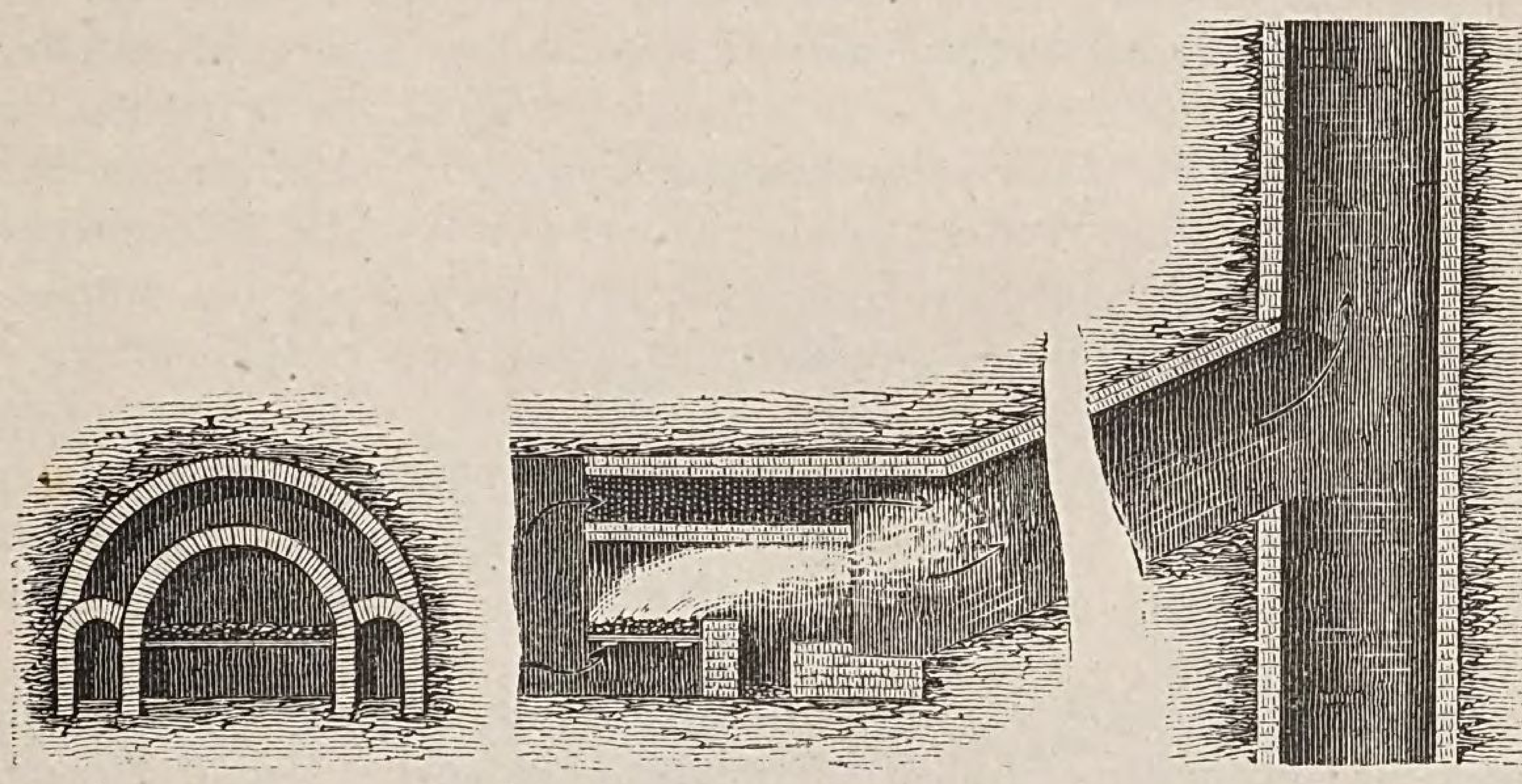
Dieses System war jedoch in Bezug auf die Ausnutzung der Hitze wenig vortheilhaft. Gegenwärtig werden deshalb die Wetteröfen durchgängig im Inneren der Grube angelegt, so dass die erwärmte Luftsäule eine höhere ist.

Die Wetteröfen bestehen aus einem Rost von 5 bis 6 qm Fläche, welcher in einem ausgewölbten Raume eingebaut ist (Fig. 315). Die Verbrennung des Heizmaterials auf diesem Roste wird entweder durch den abziehenden Wetterstrom selbst, wenn dieser nicht explosionsgefährlich ist, oder durch einen besonderen Strom frischer Luft unterhalten. Wenn letzteres wegen des Grubengasgehaltes der Wetter nothwendig ist, wird der Herd mindestens 20 m vom Wetterschachte aufgestellt und steht mit diesem durch einen ansteigenden Canal in Verbindung, so dass die Feuergase erst nach dem Verschwinden aller

Flammen und Funken mit den ausziehenden Grubenwettern in Berührung kommen.

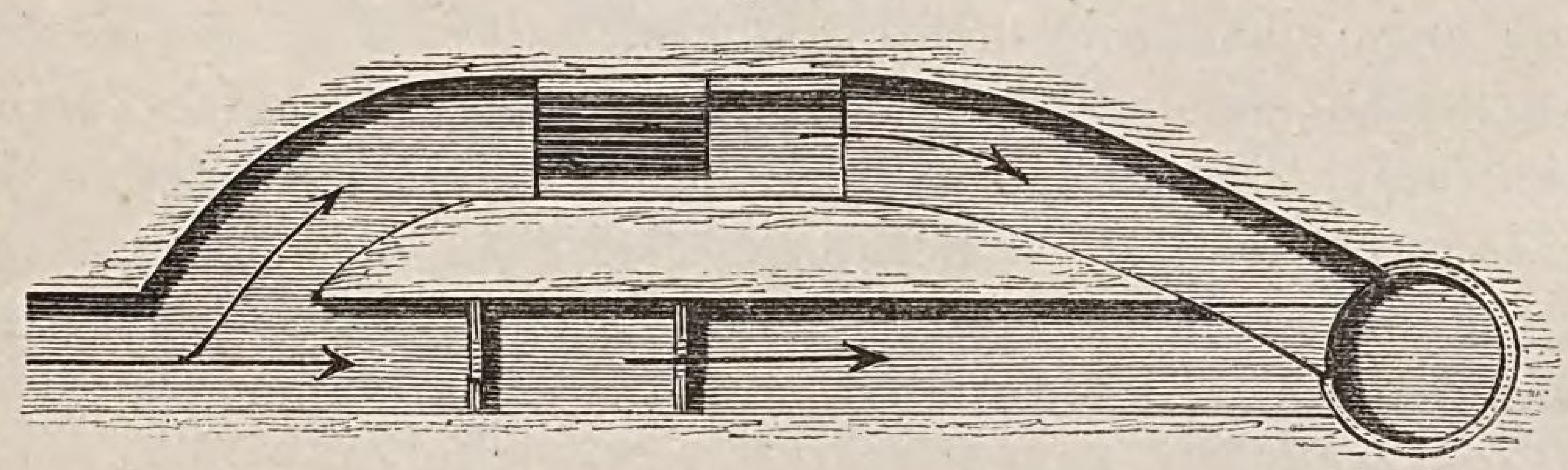
Wenn der Ofen mit Grubenwettern gespeist wird, braucht nicht der ganze Wetterstrom durch oder über den Rost geleitet zu werden; dies würde nur einen grossen Ueberschuss von Verbrennungsluft und unnütze Widerstände zur Folge haben. Gewöhnlich hat man seitliche

Fig. 315.



Canäle (Fig. 315), welche einen grossen Theil der Wetter an dem Ofen vorbei direct zum Schachte gehen lassen. Diese Canäle kühlen zugleich den Ofen ab und verhindern eine allzu starke Erhitzung der Stösse. Zuweilen auch wendet man eine andere Anordnung an, welche den Vorzug hat, die Verbindung zwischen der Wetterstrecke und dem Wetterschachte gar nicht zu unterbrechen: Man legt den Wetterofen seitwärts von der Wetterstrecke in einem eigens dazu hergestellten,

Fig. 316.



etwas höher als die Wetterstrecke in den Schacht einmündenden Umbruch an; das durch den Wetterofen gehende Luftquantum kann dann durch Schieberthüren genau regulirt werden (Fig. 316).

Sehr wichtig für die Erzielung eines guten Nutzeffectes bei den Wetteröfen ist die Art und Weise des Schürens. Das Feuer muss stets hell und die Verbrennung muss eine vollkommene sein, so dass sämmtlicher Kohlenstoff des Brennmaterials sich in Kohlensäure verwandelt.

643. Wetteröfen geben gute Resultate bei tiefen Schächten und grossen Querschnitten. In solchen Fällen genügt oft eine Erwärmung des Wetterschachtes um einige Thermometergrade, um ganz ausserordentliche Luftmengen durch die Grube zu führen. So giebt es in England, wo die gedachten Bedingungen vorliegen, viele Gruben, durch welche sich unter dem Einflusse von Wetteröfen weit grössere Luftmengen hindurchbewegen, als anderwärts unter der Wirkung der stärksten Ventilatoren. Ausserdem sind die Wetteröfen nicht, wie die Maschinen, Betriebsstörungen unterworfen und erfordern keine oder nur geringe Reparaturen.

Diese Vortheile der Wetteröfen verschwinden jedoch, wenn zur Hervorbringung eines Wetterstromes von der gewünschten Stärke mehr als 40 bis 50^0 Hitze in dem Wetterschachte erzeugt werden müssen. In diesem Falle wird die Anwendung von Maschinen vortheilhafter.

Man kann somit sagen, dass Wetteröfen nur dann Anwendung verdienen, wenn es sich um Erzeugung von schwachen, mit geringer Temperaturerhöhung zu erreichenden Depressionen handelt. Es fragt sich aber nun noch, was man bei schlagwetterführenden Gruben von ihnen zu halten hat.

Obgleich für solche Gruben die Regel gilt, den Ofen nur durch einen ganz getrennten, frischen Wetterstrom zu speisen, und obgleich beispielsweise in England unter solchen Verhältnissen noch vielfach Wetteröfen in Anwendung stehen, ist doch die maschinelle Ventilation für jene Gruben als empfehlenswerther zu bezeichnen. Die Unterhaltung eines offenen Feuers im Inneren einer schlagwetterführenden Grube hat unter allen Umständen gewisse Bedenken im Vergleich zur Benutzung einer Maschine über Tage. Durch eine grössere Explosion können die Wetterthüren und Scheider zerstört und hierdurch weitere Schlagwetteransammlungen veranlasst oder die Zugänge zu dem Wetterofen abgeschnitten werden. Abgesehen davon, dass die Leistung eines Wetterofens in einem solchen Nothfalle nicht, wie die eines Ventilators schnell verstärkt werden kann, würde also sogar der ruhige Fortbetrieb desselben unter Umständen gefährdet sein. In Belgien sind Wetteröfen nicht gebräuchlich. Allerdings erheischen die dortigen Gruben im Allgemeinen so hohe Depressionen, dass schon aus diesem Grunde nur maschinelle Ventilatoren angewendet werden können.

644. Dampfleitungen. — Statt durch ein offenes Feuer, kann der ausziehende Wetterschacht auch durch eine hinabgehende Dampfleitung geheizt werden. Diese Methode ist auf einer Grube bei Seraing in folgender Weise angewendet worden: Eine gänzlich nackte Dampfleitung von 0,10 m Durchmesser ging durch den Wetterschacht hinab und speiste unterirdische Dampfmaschinen. Der Schacht besass 3 m lichten Durchmesser und hatte eine Aufsatzesse von gleichem Durchmesser

und 30 m Höhe. Die Baue, welche täglich 300 Tonnen Kohlen lieferten, befanden sich in ziemlicher Nähe des Schachtes. Die Wetterstrecken hatten gleiche Dimensionen wie die Förderstrecken und dienten zugleich zur Bergeförderung mittelst Pferden. Bei diesen Verhältnissen war die Grube trotz starker Grubengasführung völlig ausreichend ventilirt. Die Anwendung der Dampfwärme war hier offenbar rationell und würde es in ähnlichen Fällen immer sein.

Eine solche Dampfheizung könnte auch als Reserve oder Verstärkungsmittel für einen anderweitigen Ventilationsmotor dienen. Man könnte z. B. den Wetterschacht hinab eine Rohrleitung einbauen, in welche nur im Falle des Bedürfnisses der Kesseldampf eingeblasen würde.

645. Ventilation durch Dampfstrahlen. — Es ist versucht worden, nicht nur die Wärme des Dampfes, sondern auch die Triebkraft desselben als solche zur Ventilation zu benutzen. Dies sollte dadurch geschehen, dass man Strahlen hochgespannten Dampfes in dem Wetterschachte aufwärts sandte, ähnlich wie dies mit dem Ausblasedampf der Locomotiven in deren Schornstein geschieht. Aber der Nutzeffect war bei diesen Versuchen jedesmal ein äusserst geringer, weshalb man von denselben zurückgekommen ist. Höchstens findet sich noch insofern hier und da eine unbedeutende Anwendung des fraglichen Princips, als man etwa den Ausblasedampf der Maschinen zur Belebung des natürlichen Wetterzuges in die Aufsatzesse des Wetterschachtes leitet.

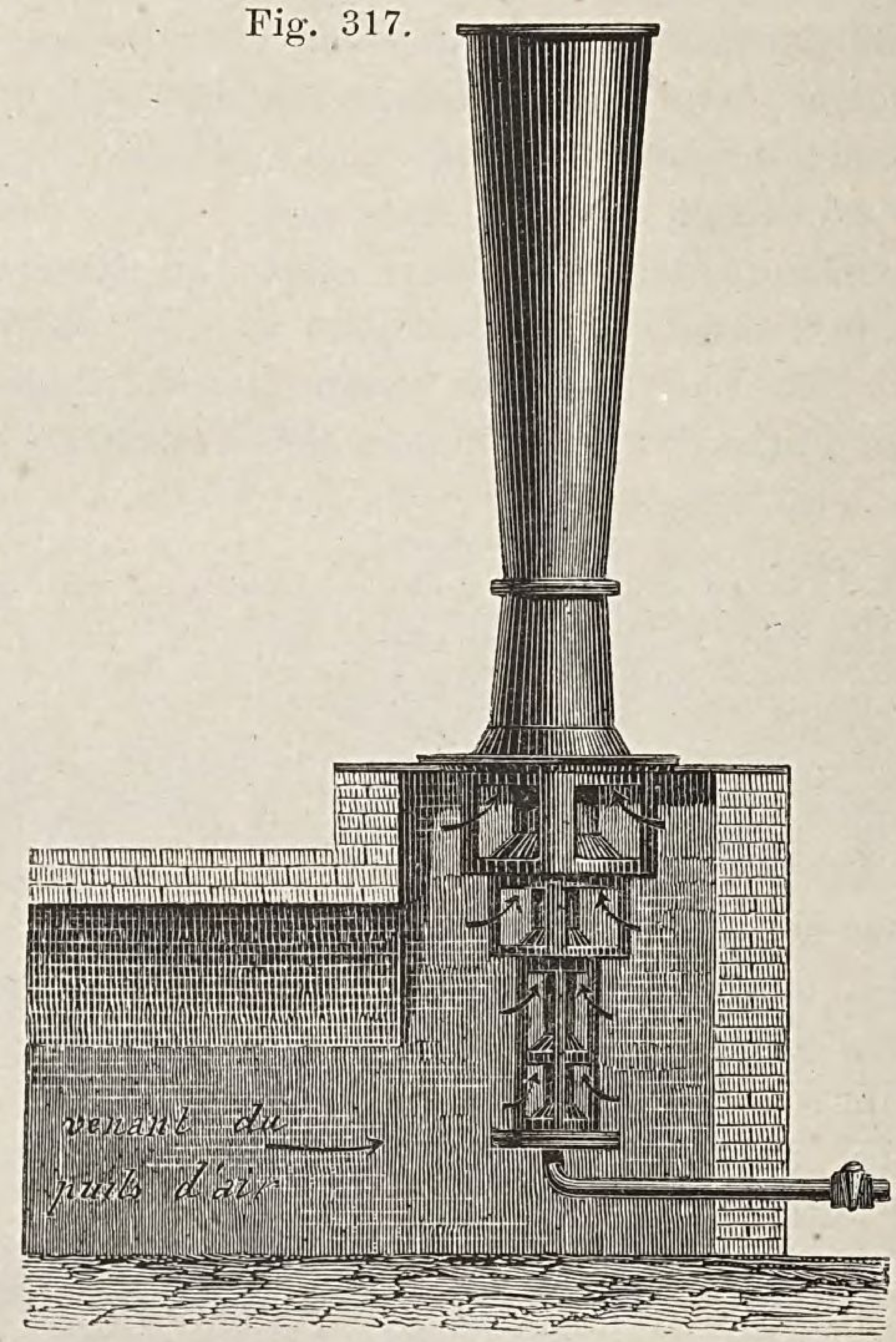
646. Injectoren. — Der Gedanke, Dampfstrahlen zur Ventilation zu benutzen, ist in neuerer Zeit in verbesserter Form wieder aufgenommen worden. Statt den Dampf direct in den Wetterschacht ausströmen zu lassen, lässt man ihn in einem dem bekannten Giffard'schen Injector (Dampfstrahl-Speisepumpe) ähnlichen Apparat wirken. Von den vielen Varietäten dieses Apparates ist die unter dem Namen „Körting'scher Injector“ bekannte diejenige, welche sich beim Grubenbetriebe Eingang verschafft hat.

Ein Beispiel von der Anwendung desselben ist früher schon erwähnt worden: die Benutzung im Kleinen zur Ventilation von Aus- und Vorrichtungsarbeiten (622). Gegenwärtig construirt man den Apparat in grossen Dimensionen, zur Ansaugung von 10 cbm Luft pro Secunde und Aufstellung direct über dem Wetterschachte (Fig. 317, a. f. S.).

Der Körting'sche Injector besteht aus einer Reihenfolge von immer grösser werdenden Trichtern, von denen jeder in den nächstfolgenden hineinragt. In den kleinsten Trichter mündet das Dampfrohr, welches den saugenden Dampfstrahl liefert. Der oberste (grösste) Trichter setzt sich in einen sich erweiternden Schlot fort, in welchem

sich die Geschwindigkeit der Luft allmälig vermindert. Hierdurch wird ein Theil ihrer lebendigen Kraft wieder nutzbar gemacht.

Fig. 317.



647. Obgleich die Injectoren einen grösseren Nutzeffect haben als offene Dampfstrahlen, stehen sie doch in dieser Beziehung hinter guten Ventilationsmaschinen noch weit zurück. Nichtsdestoweniger können sie recht nützliche Anwendungen finden. Sie sind billig in der Anschaffung und schnell aufzustellen. Sie arbeiten unter Ausschluss aller Betriebsstörungen, ihre Unterhaltung ist gleich Null, da kein bewegtes Stück an ihnen ist. Sie können daher bei Aus- und Vorrichtungsarbeiten, welche keine grossen Luftmengen brauchen, gute Dienste leisten. Auch können sie als Reserveapparate aufgestellt werden, um in einem etwaigen Nothfalle mit dem Kesseldampf betrieben zu werden. Eine solche Anwendung haben sie z. B. auf einer der grössten Gruben des Beckens von Lüttich *).

Wenn die Injectoren blasend wirken, wie überhaupt, wenn sie im Inneren der Grube zur Separatventilation dienen, werden sie sehr zweckmässig durch comprimirte Luft statt durch Dampf betrieben.

*) Zu gleichem Zwecke steht ein grosser Körting'scher Injector auch auf einer Grube bei Aachen. L.

648. Ventilation durch Maschinen. — Alle die bis jetzt betrachteten Ventilationsmittel sind nicht fähig, grosse Depressionen zu erzeugen. Es ist nun allerdings das Ziel einer guten Wetterführung, grosse Luftmengen unter kleinen Depressionen durch die Grube zu führen. Dies lässt sich jedoch nicht immer erreichen, bei vielen Gruben sind zur genügenden Belebung des Wetterstromes viel grössere Depressionen am ausziehenden Schachte nothwendig, als durch die obigen Mittel hervorgebracht werden können. Es werden dann Ventilationsmaschinen erforderlich. Diese haben ihr Entwickelungsfeld zuerst und hauptsächlich in Belgien gefunden, eben weil dort die Verhältnisse ganz besonders auf die Anwendung hoher Depressionen hinweisen.

Zunächst seien die praktisch angewendeten Ventilationsmaschinen kurz beschrieben, sodann sollen sie nach ihrem Werthe verglichen werden. Bei der Beschreibung wird die oben gegebene Eintheilung in hin- und hergehende Pumpen, Rotationspumpen und Centrifugalventilatoren zu Grunde zu legen sein.

649. Hin- und hergehende Wetterpumpen. — Diese eigentlichen Pumpmaschinen bestehen im Allgemeinen aus Kammern oder Cylindern mit senkrechter oder horizontaler Axe und grossem Fassungsraume, welche durch einen weiten Canal mit dem oberen Ende des Wetterschachtes in Verbindung stehen. Die eigentliche Mündung des letzteren ist verschlossen. In diesen Kammern oder Cylindern bewegen sich, getrieben von einer Dampfmaschine, Kolben hin und her, welche die Grubenluft durch Klappenventile aus dem vom Wetterschacht herkommenden Canale ansaugen und durch andere Klappen in die Atmosphäre hinausdrücken. Das Spiel ist genau dasselbe, wie bei einer Wasserpumpe. Nach dieser Idee sind nun verschiedene Varietäten hergestellt worden.

650. Fig. 318 (a. f. S.) ist die Kolbenmaschine der Grube Espérance bei Lüttich. Die Kammern sind viereckig und aus Holz gefertigt. Im Uebrigen bedarf die Zeichnung keiner Erläuterung. Diese Ventilationsmaschine, eine der ältesten von Belgien und noch vor einigen Jahren in Betrieb gewesen, erforderte wenig Unterhaltung und arbeitete sehr regelmässig. Aber ihr Nutzeffect war wegen der Reibung der Kolben an den Wänden, wegen der Luftverluste und wegen des Arbeitsverlustes zum Oeffnen der nicht abbalancirten Klappen nur gering. Diese Uebelstände sollten durch die folgende Anordnung vermieden werden.

651. Fig. 319 (a. f. S.) stellt die Glockenmaschine von Struve dar. Dieselbe ist in Wales zu Hause; ähnliche Anlagen sind auch in Belgien ausgeführt, aber wieder abgeworfen worden. Eine vollkommene Ab-

Fig. 318.

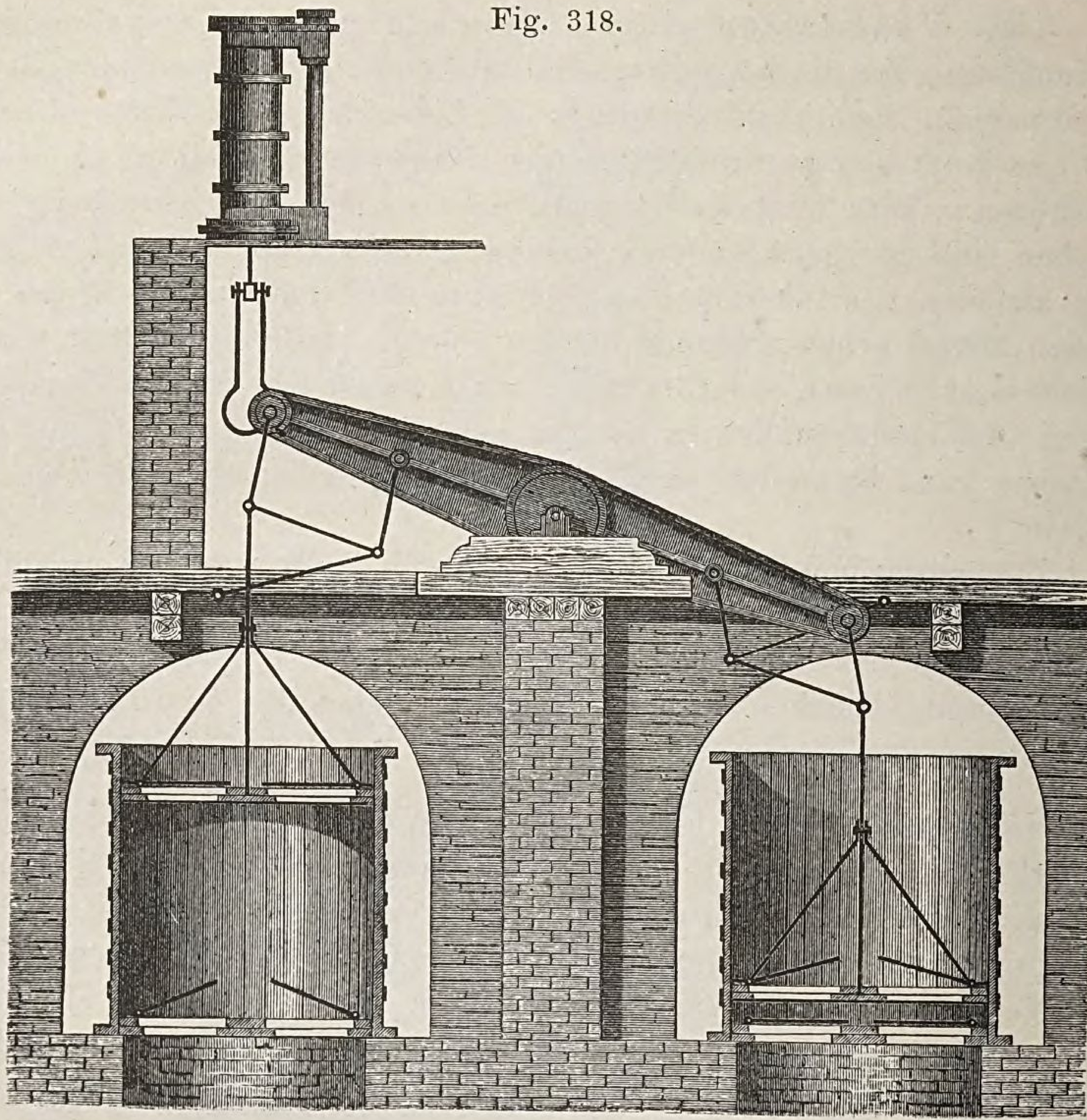
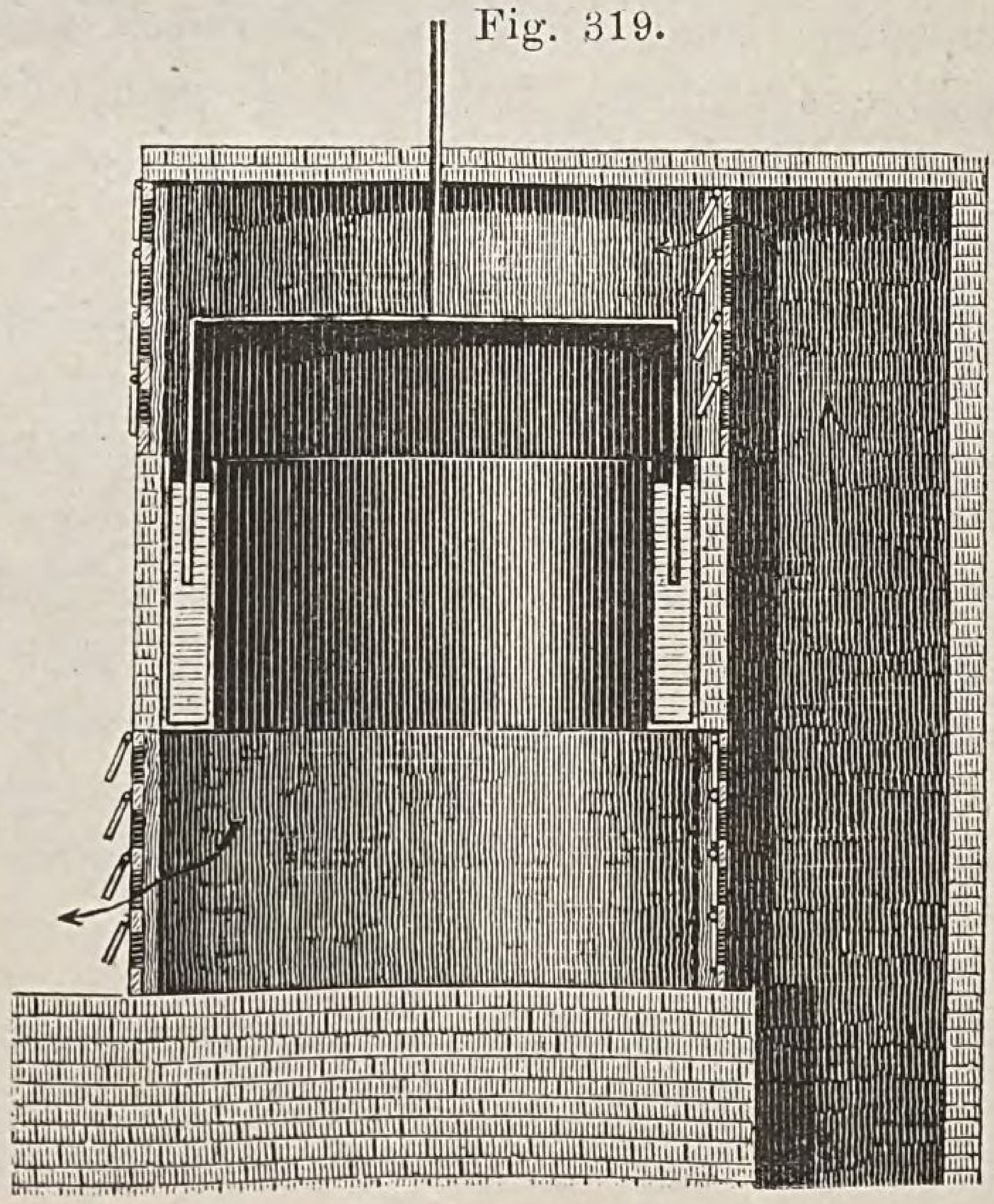


Fig. 319.

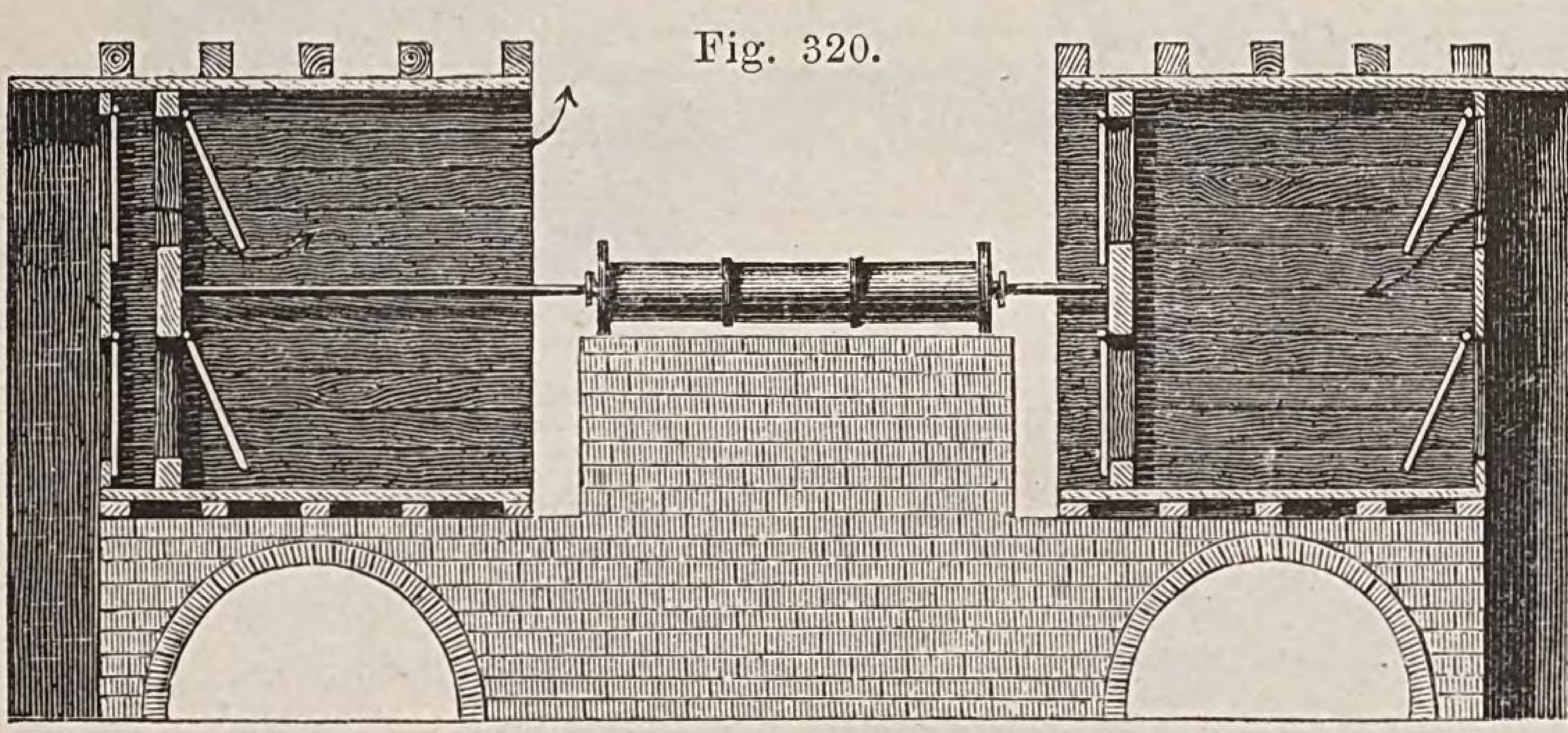


dichtung des Kolbens und die Vermeidung fast aller Reibung ist bei dieser Maschine dadurch erreicht, dass der Kolben zu einer grossen Glocke umgeformt ist, welche wie bei einem Gasometer in ein schmalringförmiges Wassergefäss eintaucht. Der Raum, welcher diese ganze Vorrichtung rings umschliesst, steht sowohl oberhalb als unterhalb der Glocke auf der einen Seite mit dem Wetterschachte und auf der anderen Seite mit der freien Luft durch Klappenventile in Verbindung. Der Apparat ist somit doppeltwirkend, d. h. die Glocke saugt beim Aufgang wie beim Niedergang.

Die Figur zeigt, wie die Klappen vertical aufgehängt sind, damit zum Oeffnen derselben keine nutzlose Arbeit aufgewendet werde. Dieser Zweck wird zwar insofern erreicht, als die verticalen Klappen sich sehr leicht lüften; um sie aber während des ganzen Hubes offen zu erhalten, ist immer noch eine ziemlich grosse, verlorene Druckdifferenz zwischen Innen- und Aussenseite erforderlich. Man hat zwar in der Abbalancirung ein Mittel zur Vermeidung dieses Kraftbedarfes auch für horizontale Klappen; dieses Mittel bedingt aber immer eine gewisse Complication des Mechanismus.

652. Bei dem Ventilator von Mahaux (Fig. 320), welcher bei Charleroi angewendet wurde, hat das Streben nach senkrecht auf-

Fig. 320.



gehängten Klappen zu liegender Anordnung der Kolbenaxe geführt. Die Kammern und Kolben haben rechteckige Form.

653. Fig. 321 (a. f. S.) zeigt den in England angewendeten Ventilator von Nixon. Dieser Apparat, dessen riesige Dimensionen auf eine theoretische Leistung von 80 cbm Luft pro Secunde berechnet sind, besteht ebenfalls aus rechteckigen Kammern und Kolben und ist doppeltwirkend. Die Bewegung wird durch eine mit Schwungrad versehene Dampfmaschine hervorgerufen.

Als letztes Beispiel dieser Art von Maschinen sei die auf der Hygiene-Ausstellung zu Brüssel (1876) von der Maschinenfabrik „La

Meuse" zu Lüttich ausgestellt gewesene Wetterpumpe erwähnt, durch welche das System der damals schon veralteten Kolbenventilatoren wieder neuerdings in Aufnahme gebracht werden zu sollen schien.

Fig. 321.

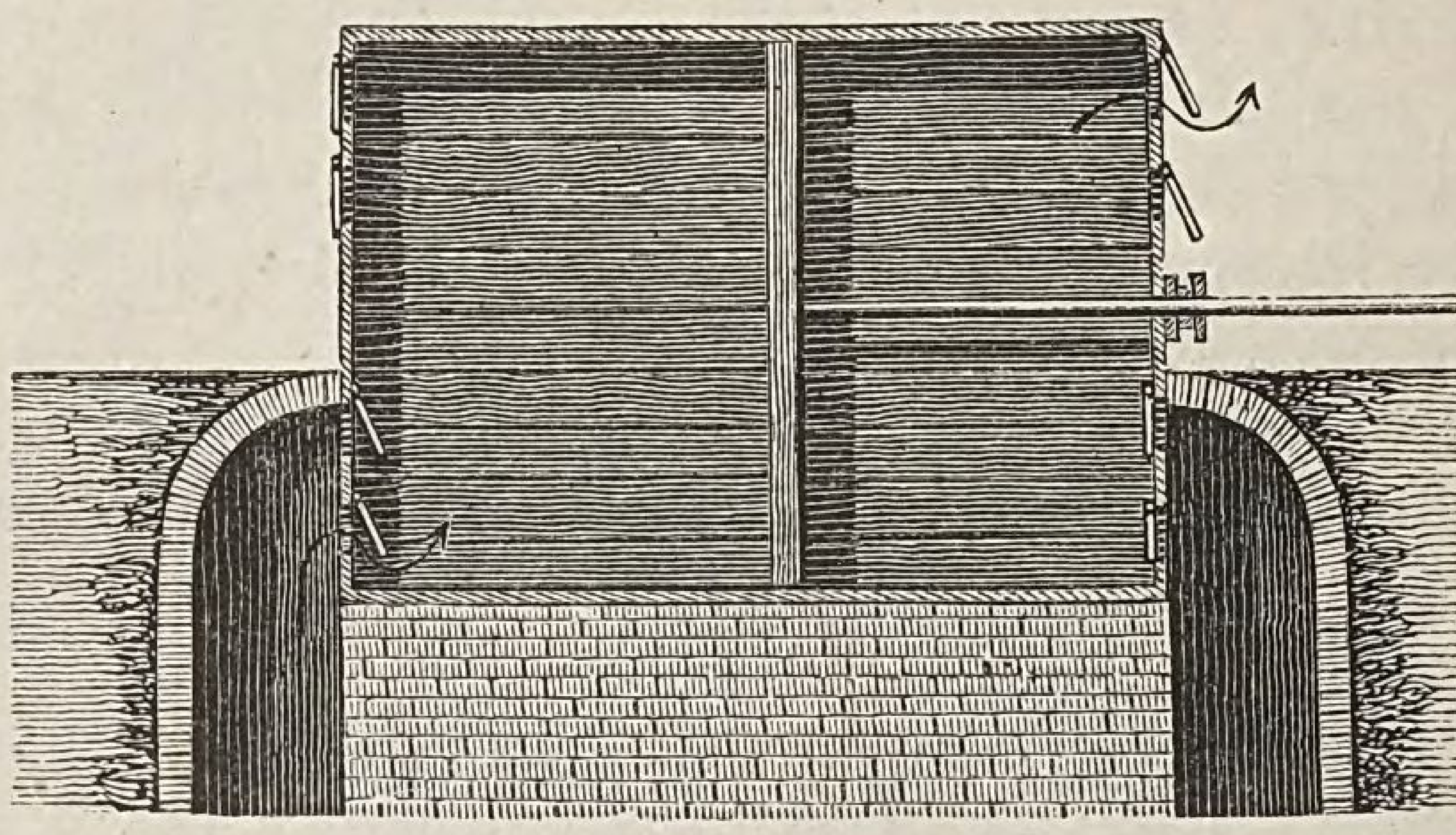
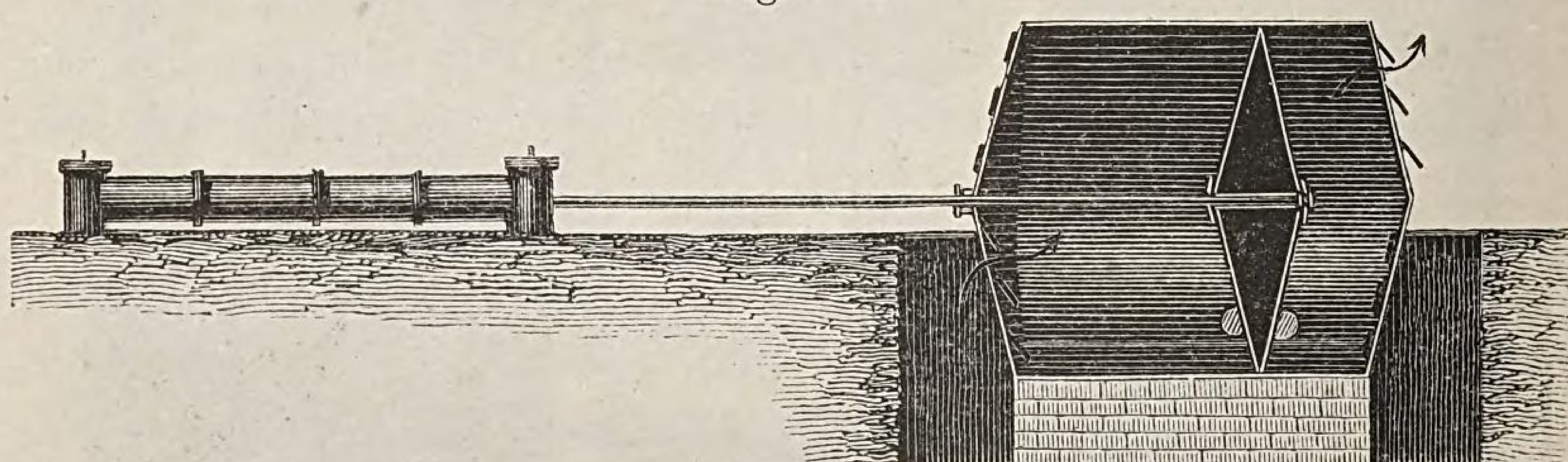


Fig. 322 giebt eine Skizze dieser Maschine. Dieselbe weist gegen die früheren folgende Verbesserungen auf:

Fig. 322.



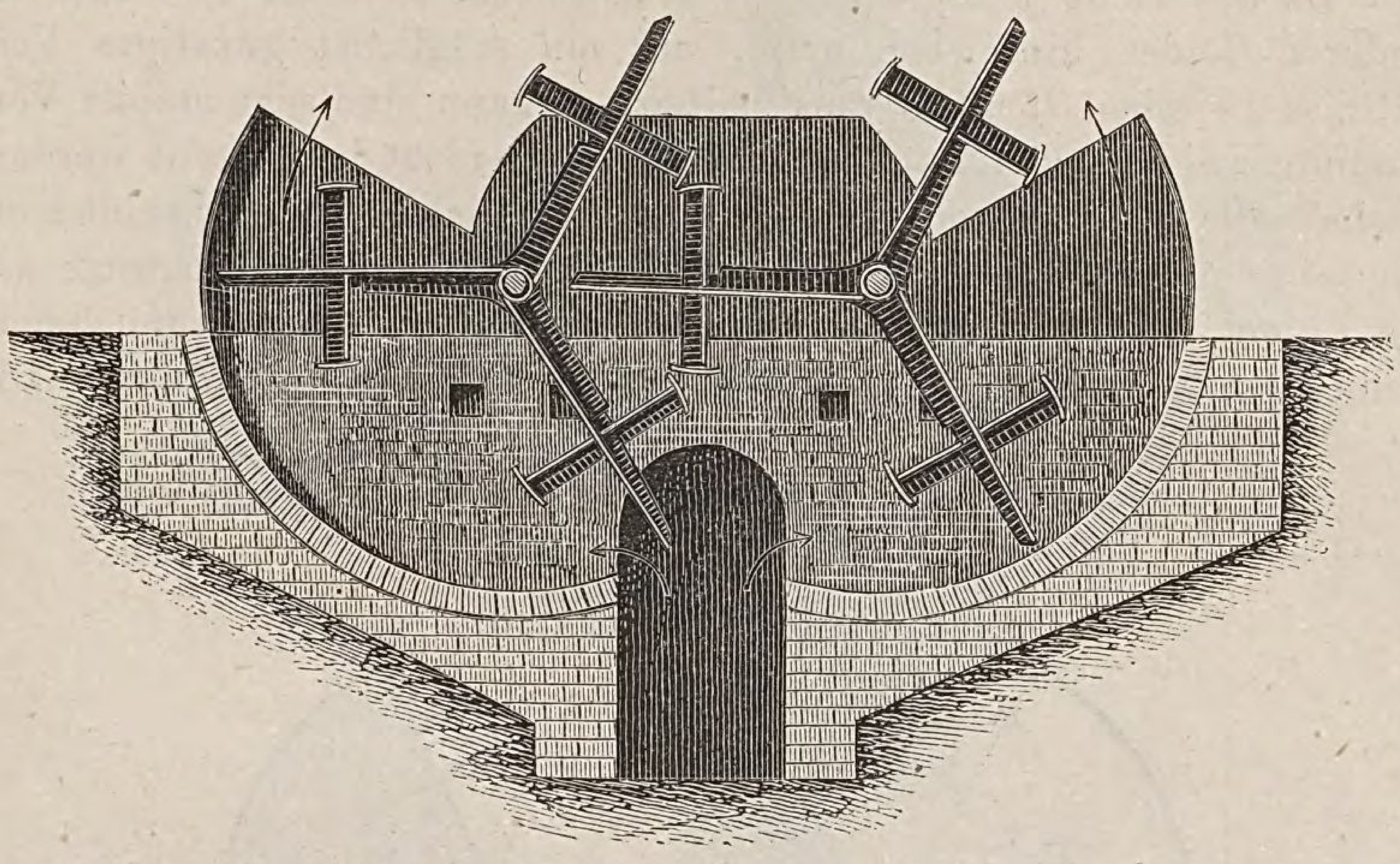
Die Betriebs-Dampfmaschine ist so construirt, dass der Wetterkolben einen grossen Hub hat und sich mit gleichmässiger Geschwindigkeit bewegt. Die doppeltwirkenden Saugcylinder sind aus Eisenblech gefertigt und kreisrund, so dass ein dichtes Einpassen des Kolbens möglich ist. Die Klappen sind sehr leicht, sie bestehen aus Zinktafeln, welche an Haken aufgehängtsind. Ein Röhrchen aus Kautschuk bildet dabei das Gelenk. Nach den mit der Maschine angestellten Versuchen beträgt die zum Oeffnen dieser Klappen erforderliche Druckdifferenz nicht mehr als 1 mm Wassersäule.

654. Rotations-Wetterpumpen. — Statt hin- und hergehender Kolben sind es hier sich umwälzende Scheidewände, welche bei ihrer Umdrehung Saugräume bilden und abschneiden. Zwei Apparate dieser Art haben in die Praxis Eingang gefunden: der Fabry'sche und der Lemielle'sche Ventilator.

655. Der Ventilator von Fabry. — Dieser hat sich als eine sehr brauchbare Wettermaschine bewährt. Er besteht (Fig. 323) aus

zwei in einander greifenden Rädern mit je drei Flügeln. Die einzelnen Flügel sind wieder derart mit Querschaufeln versehen, dass der Durchgang zwischen den beiden Axen in jedem Momente dicht abgesperrt

Fig. 323.



ist. Da die Flügel auf der anderen Seite mit ihrer Endkante an einem Stück gemauerter Cylinderwand vorbeistreichen und sich mit möglichst geringem Spielraum zwischen zwei verticalen Scheibenmauern umdrehen, so ist die Grube von der äusseren Luft stets vollkommen abgeschlossen. Eine der Radaxen erhält ihre Drehung von der Dampfmaschine und überträgt dieselbe auf die andere Axe durch zwei gleich grosse Zahnräder. Die beiden Schaufelräder drehen sich also in verschiedenem Sinne, wie dies die Pfeile in der Abbildung andeuten.

Bei jeder vollständigen Umdrehung schafft jedes Rad dreimal das zwischen zwei Schaufeln und der Wandung enthaltene Luftvolumen nach aussen. Bei jeder Umdrehung des Ventilators tritt also das Sechsfache des Volumens M (Fig. 324, a. f. S.) aus. Andererseits aber führt jedes Rad durch das Eingreifen mit dem anderen bei jeder Umdrehung dreimal das zwischen zwei Flügeln und einer Querschaufel enthaltene Volumen M' wieder nach innen. Bei jeder Umdrehung tritt also im Ganzen sechsmal dieses Volumen M' zurück, so dass das pro Umdrehung wirklich aus der Grube entfernte Luftvolumen $6\,M - 6\,M'$ beträgt.

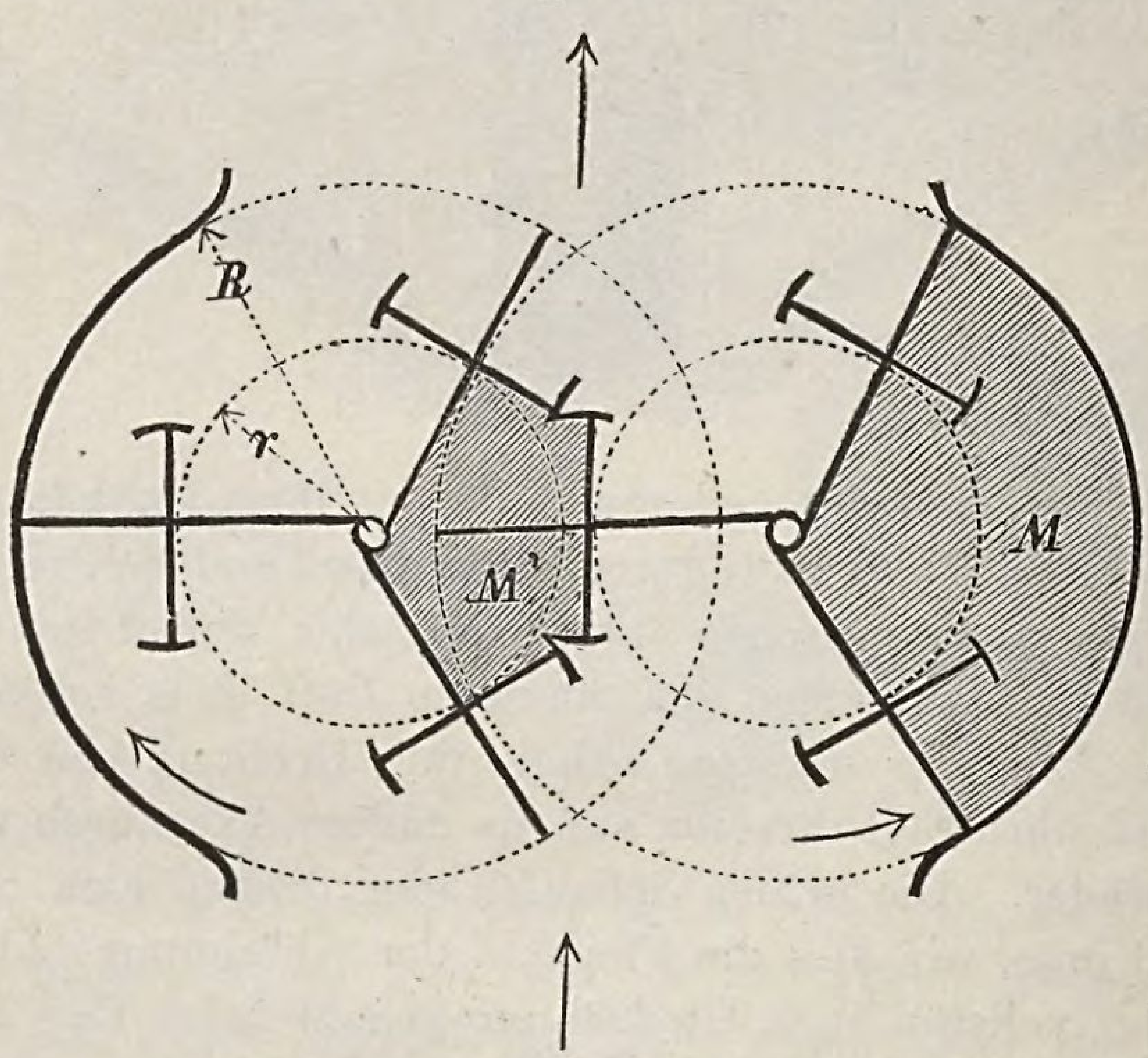
Dieses Volumen ist nun, wie man sich aus der Figur überzeugen kann, wenig verschieden von dem Doppelten des ringförmigen Raumes, welcher durch die Radien R und r bestimmt wird. Wenn also L die Breite des Apparates ist, so ist das pro Umdrehung aus der Grube geschaffte Luftvolumen

$$V = 2\pi(R^2 - r^2)\,L.$$

Es wäre hiernach vortheilhaft, die Differenz zwischen R und r möglichst gross zu machen. Damit aber die Enden der Flügel nicht gegen die Enden der Querschaufeln anstossen, darf ein gewisses Verhältniss zwischen R und r nicht überschritten werden.

Da das Ende jedes Flügels bis möglichst nahe an die Axe des anderen Rades hinreichen muss, um ein möglichst günstiges Verhältniss zwischen R und r zu erhalten, so kann eine sehr stabile Verbindung zwischen den Flügeln und ihrer Axe nicht hergestellt werden, weshalb die Dimensionen der Flügel nicht beliebig gross gewählt werden können. Andererseits würden die in wechselnder Richtung auf die Flügel wirkenden Luftstösse eine gefährliche Stärke annehmen, wenn man eine gewisse Geschwindigkeit überschreiten wollte. Die

Fig. 324.



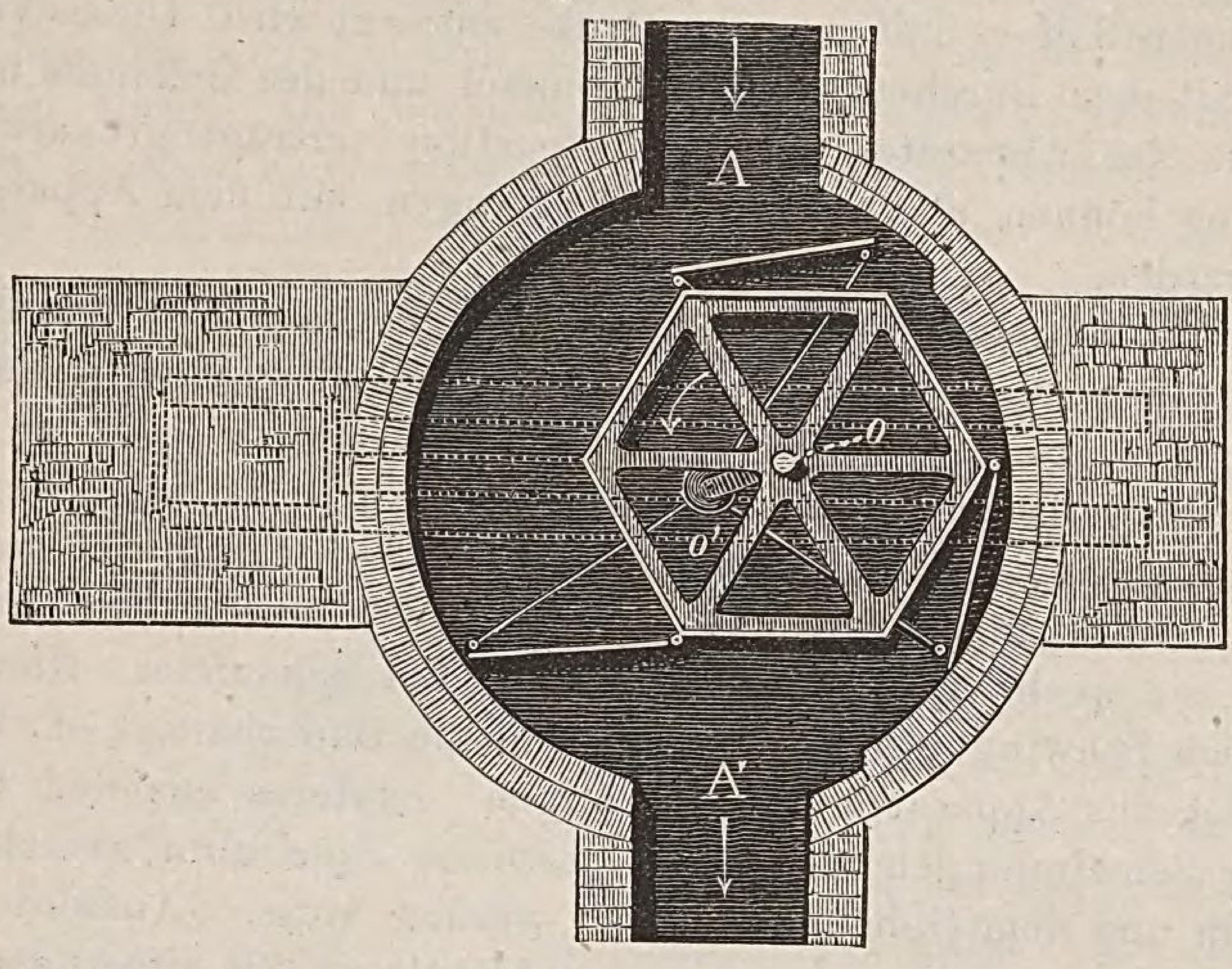
Leistungsfähigkeit eines Fabry'schen Ventilators ist daher eine beschränkte. In der Regel ist $r = 1$ m, die Breite $L = 2$ m. Hierbei ist die Maximal-Tourenzahl 30 pro Minute, was einer Leistung von 10 bis 12 cbm pro Secunde entspricht.

Grössere Dimensionen, grössere Geschwindigkeiten würden nicht rathsam sein. Sind also grössere Wettermengen aus einem Schachte auszuziehen, so müssen mehrere Apparate neben einander aufgestellt werden. Auf der Grube Marihaye bei Seraing arbeiten vier Fabry'sche Ventilatoren, jeder mit eigener Dampfmaschine, auf demselben Schachte.

656. Der Ventilator von Lemielle. — Dieser Ventilator kann viel grössere Dimensionen erhalten als der Fabry'sche und demgemäss auch grössere Wettermengen bewältigen.

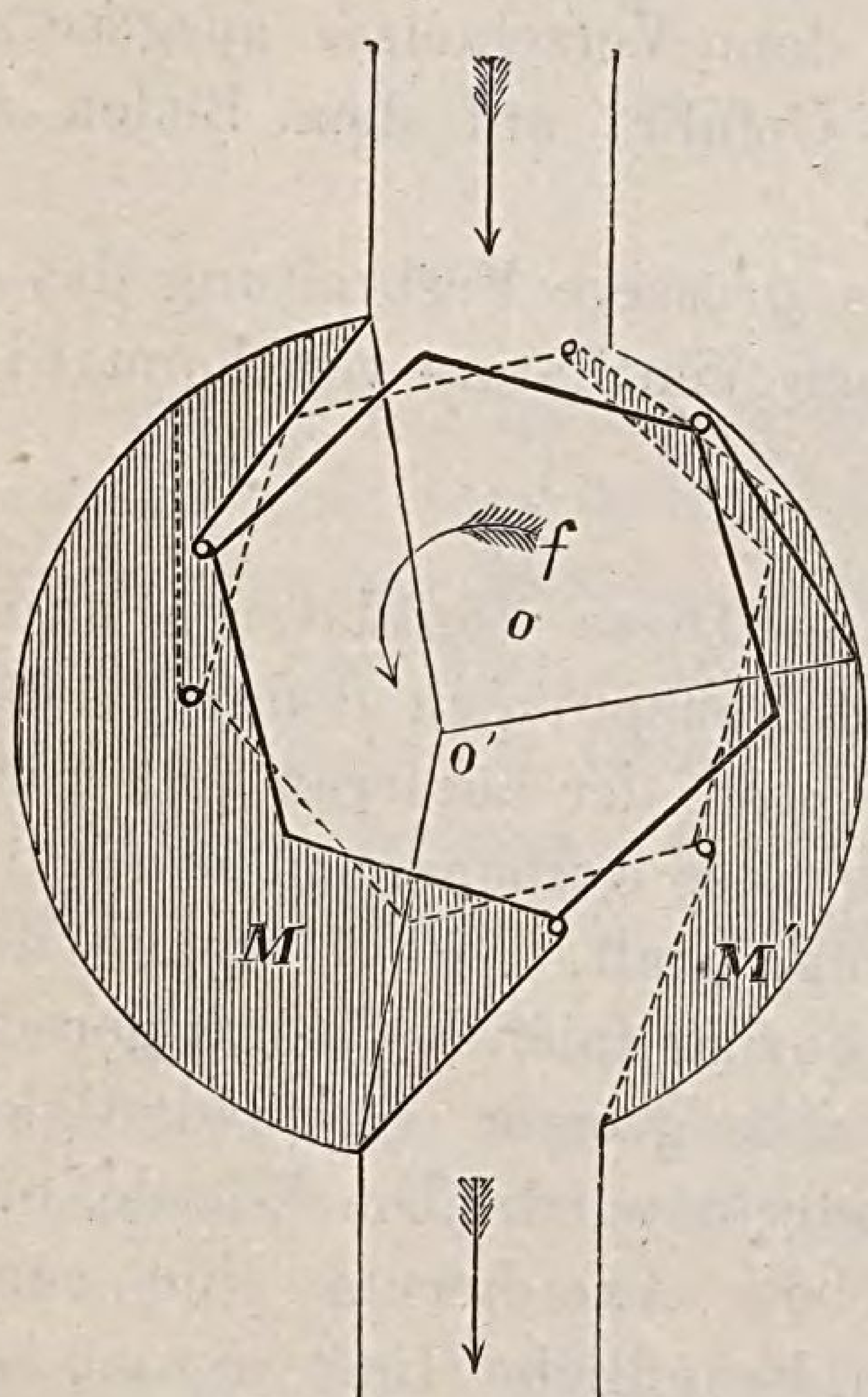
Fig. 325 giebt eine obere Ansicht des Apparates. Eine vertical stehende Trommel von der Form eines sechsseitigen Prismas dreht

Fig. 325.



sich in einem cylindrischen Mauergehäuse um die Axe *O*. Diese Axe ist aber im Innern der Trommel nach dem Mittelpunkte *O'* des cylindrischen Gehäuses hin gekröpft. Das letztere steht durch die Oeffnungen *A* und *A'* einerseits mit der Grube, andererseits mit der äusseren Atmosphäre in Verbindung. An drei Kanten der sechsseitigen Trommel ist je eine senkrechte Schaufel in Angeln aufgehängt. Die Endkanten dieser Schaufeln sind durch eiserne Stangen mit dem in der Mitte des Gehäuses stehenden Axentheile *O'* verbunden, so dass diese Endkanten immer dicht an der Innenwand des Gehäuses vorbeistreichen. Dabei spielen die Stangen in horizontalen Schlitzen der betreffenden drei Trommelseiten.

Fig. 326.



Wenn die Trommel sich nun in der Richtung des Pfeiles umdreht, so folgt aus ihrer Excentricität gegen den von den Schaufelenden beschriebenen Cylindermantel, dass die Schaufeln auf dem Wege von *A* nach *A'* sich aufsperren, zwischen *A'* und *A* aber sich wieder anlegen. Hierdurch wird bei jeder Umdrehung dreimal

das Volumen M (Fig. 326, a. v. S.) nach aussen geschafft. Auf der anderen Seite wird aber bei jeder Umdrehung dreimal das Volumen M' wieder zurückgeliefert, so dass in Wirklichkeit bei jeder Umdrehung ein Volumen $3\,M - 3\,M'$ aus der Grube entfernt wird. Dieses Volumen wächst mit dem Durchmesser der Trommel und des Gehäuses und mit der Höhe des Apparates. Die Construction verträgt grosse Dimensionen, es können also grosse Wettermengen mit dem Apparate geleistet werden.

Die Betriebsmaschine ist eine auf zwei Trägern über dem Gehäuse verlagerte liegende Dampfmaschine, welche direct an eine im Punkte O auf die gekröpfte Axe aufgekeilte Kurbel angreift.

In theoretischer Hinsicht lässt der Lemielle'sche Ventilator nichts zu wünschen übrig, in der Praxis aber verhält er sich ganz anders. Die Inanspruchnahme der Axe ist nämlich eine ungleichmässige, sie wechselt je nach der Stellung der Schaufeln. Hieraus ergeben sich Schwingungen, welche sowohl die Dauerhaftigkeit, wie den Nutzeffect des Apparates beeinträchtigen; letzteres aus dem Grunde, weil der Schwingungen wegen ein gewisser Spielraum zwischen den Schaufeln und dem Gehäuse gelassen werden muss. Ausserdem sind die zahlreichen Angeln schwierig zu unterhalten. Sie sitzen sämmtlich im dunkeln Raume und sind schlecht zugänglich. Der Ventilator muss öfters stillgestellt werden, um diese Angeln gehörig schmieren zu können. Der untere Zapfen, welcher das ganze, oft colossale Gewicht des Apparates zu tragen hat, ist stark dem Verschleisse ausgesetzt. In Folge dessen sind die Schaufeln in Gefahr, auf dem Boden zu schleifen.

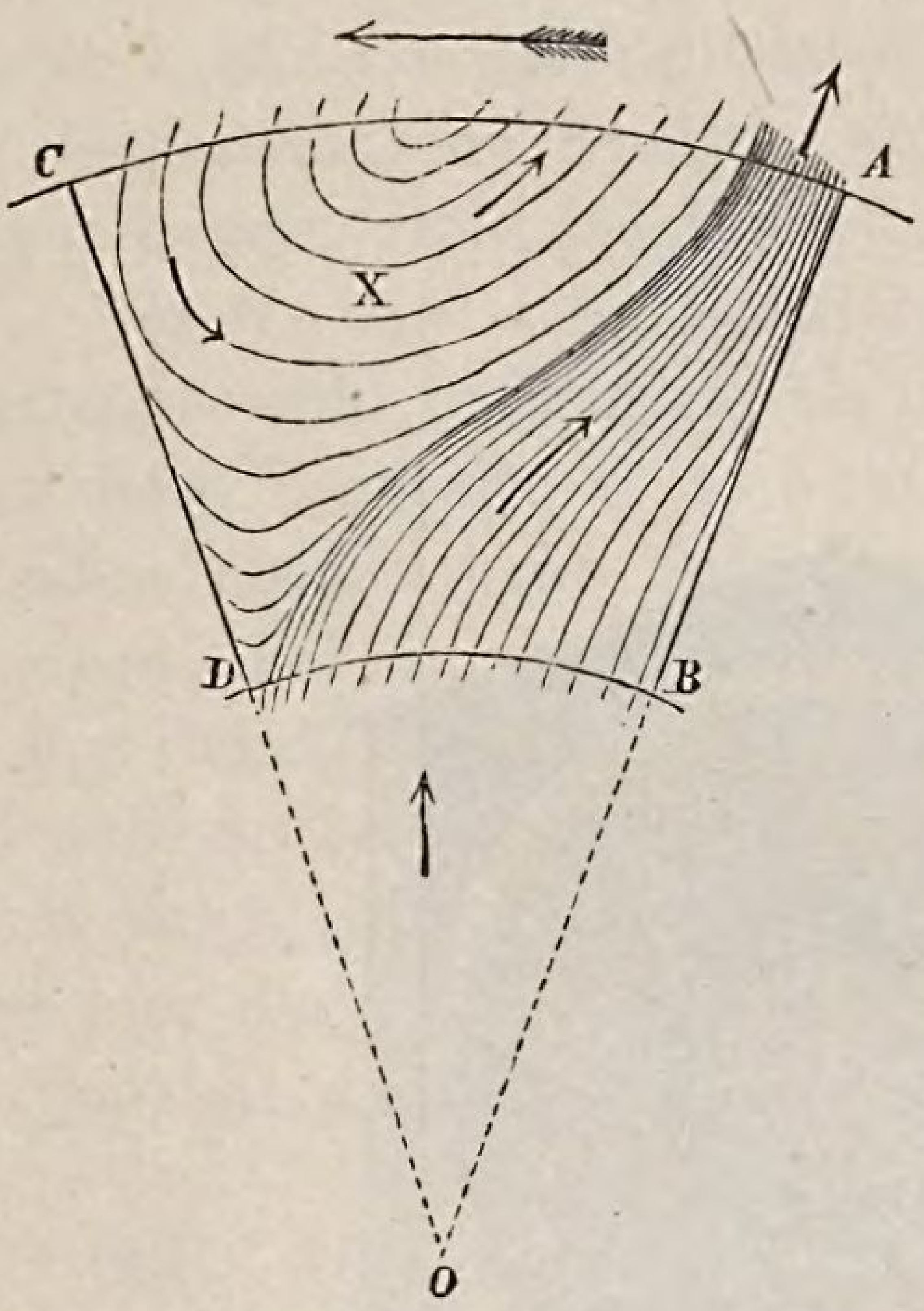
Diese praktischen Mängel haben die grössere Verbreitung des in theoretischer Beziehung sehr vollkommenen Ventilators von Lemielle verhindert.

657. Centrifugalventilatoren. — Diese Ventilatoren unterscheiden sich von den Kolben- und Rotationspumpen dadurch, dass sie die Verbindung zwischen der Grube und der äusseren Luft nicht unterbrechen. Sie saugen nicht nach Art eines Kolbens, sondern durch Fortschleudern der Luft mittelst Centrifugalkraft. Sie bestehen dem Principe nach aus einem verticalen oder horizontalen Rade mit geraden oder gekrümmten Schaufeln, welches mit grosser Geschwindigkeit zwischen zwei Wänden um seine Axe gedreht wird. Die Wände, oder wenigstens eine derselben, haben um die Axe herum eine runde Oeffnung. Die zwischen den Schaufeln befindliche Luft nimmt nun an der schnellen Drehbewegung des Ventilators Theil und wird durch die Centrifugalkraft am Umfange fortgeschleudert. Durch die Oeffnung an der Axe strömt neue Luft nach und wird ebenfalls ausgeworfen. Es entsteht also an der Saugöffnung eine dauernde Luftverdünnung

oder Depression, deren Grösse von der Umfangsgeschwindigkeit des Schaufelrades abhängt.

658. Der Apparat ist so, wie er hier beschrieben ist, zur Ventilation benutzt worden, aber der Nutzeffect desselben liess viel zu wünschen übrig. Die Vorrichtung giebt nämlich in folgenden zwei Punkten grossen Kraftverlusten Raum: Erstens entstehen dadurch, dass die ausströmende Luft in Folge ihrer grossen Geschwindigkeit sich auf einen verhältnissmässig kleinen Querschnitt des grossen Radumfanges zusammendrängt, an diesem letzteren heftige Wirbelungen und einwärts gerichtete Luftströmungen, welche das wirklich aus der Grube austretende Luftquantum empfindlich beeinträchtigen. Fig. 327 ist eine aus dem Lehrbuche der Wetterführung von Devillez entnommene Skizze des fraglichen Vorganges. Derselbe lässt sich deutlich sichtbar machen, wenn man Papierschnitzel auf den Umfang eines solchen Rades streut. Ein Theil derselben wird dann heftig fortgeweht, ein anderer aber lebhaft nach innen gezogen.

Fig. 327.



Zweitens wird die Luft mit grosser Geschwindigkeit ins Freie entlassen. Diese vollständig nutzlose Geschwindigkeit stellt einen verloren gehenden Theil der aufgewendeten Betriebskraft dar.

Aus diesen beiden Gründen ergaben die ersten Centrifugalventilatoren keine sehr guten Resultate. Ein eingehendes Studium ihrer Wirkungsweise liess jedoch bald die Ursachen ihrer Unvollkommenheit erkennen und führte zu Verbesserungen, welche den Centrifugalventilatoren den ersten Rang unter den Wettermaschinen verschafft haben. Diejenigen Systeme, welche sich bis jetzt in der Praxis am meisten bewährt haben, sollen nachstehend einzeln betrachtet werden.

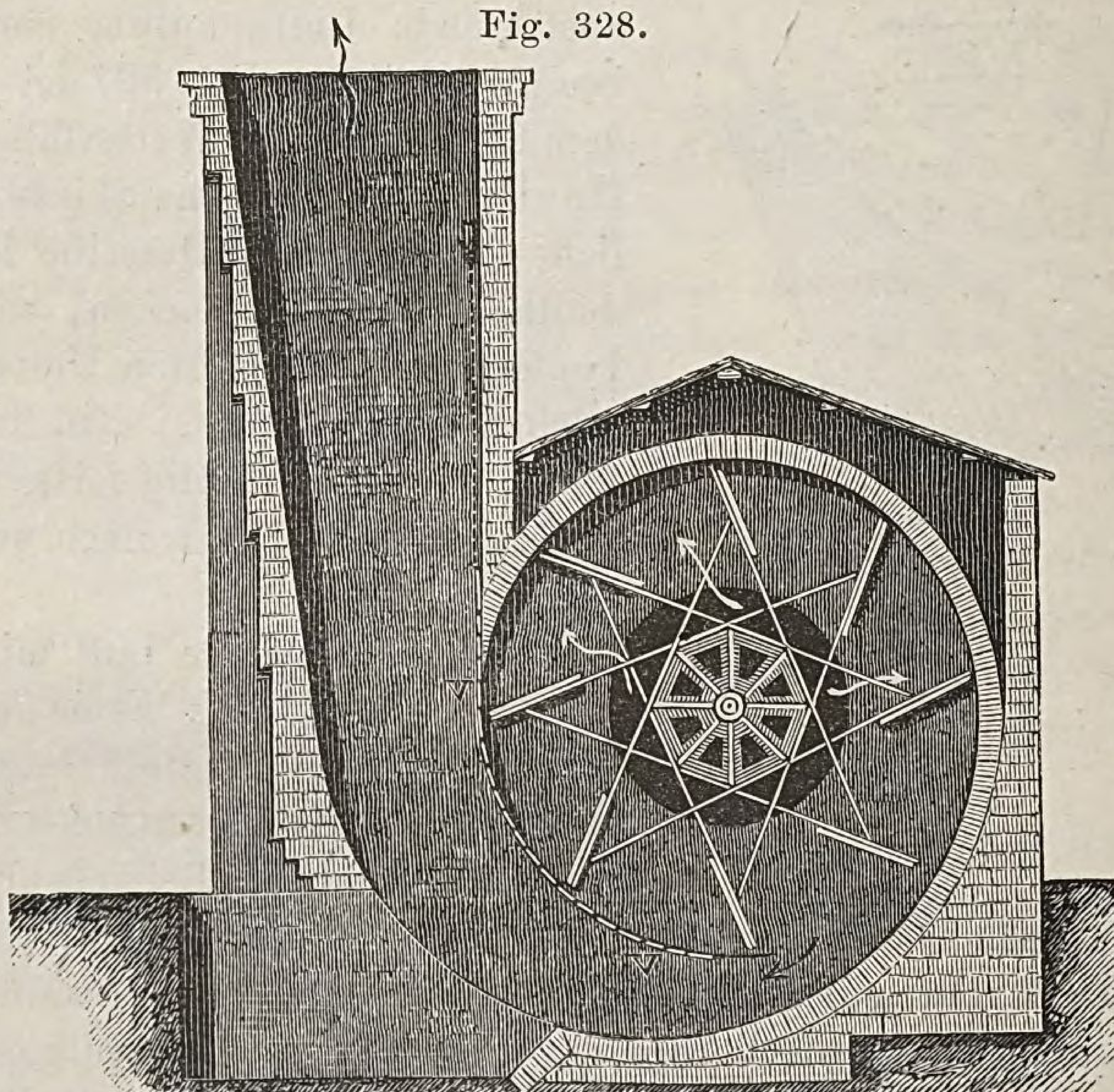
659. Der Ventilator von Guibal. — Dieser ist der verbreitetste unter den Centrifugalventilatoren. Sein Erfinder hat den beiden oben angeführten Uebelständen auf folgende Weise abgeholfen:

Statt dass sich das Rad in freier Luft dreht und die Wetter an seinem ganzen Umfange auswirft, ist es in ein Gehäuse eingeschlossen, welches rückläufige Luftströmungen verhindert. Die durch die Centrifugalkraft gegen die äussere Hülle gepresste Luft strömt nur durch eine einzige Oeffnung aus, und zwar zunächst in einen sich nach oben erweiternden Kamin (Fig. 328, a. f. S.). In diesem Kamin vermindert

sich die Geschwindigkeit der Luft allmählich, so dass dieselbe an der Mündung nur noch gering ist. Wegen dieser Wirkung hat der Kamin des Guibal'schen Ventilators den Namen Diffusor. Er veranlasst, dass die lebendige Kraft der aus dem runden Gehäuse austretenden Luft nicht zur Ausübung eines nutzlosen Stosses auf die Atmosphäre, sondern zur nachsaugenden Reaction auf die Grubenluft verbraucht wird. Auf diese Weise wird also die in dem Luftstrome steckende Arbeit zum Theil wieder nutzbar gemacht.

Die durch den Diffusor bewirkte allmähliche Abnahme der Depression ist übrigens bemerkbar, wenn man in verschiedenen Höhen desselben Manometer anbringt.

Fig. 328.



Die Austrittsöffnung des Ventilatorgehäuses wird mit Hülfe eines Schiebers *VV* regulirt. Die Oeffnung muss nämlich zu dem Luftquantum, welches bei einer bestimmten Depression von dem Ventilator ausgeworfen wird, in einem bestimmten Verhältniss stehen. Dieses Luftquantum ändert sich aber, wie sich später zeigen wird, bei gleichbleibender Depression oder, was dasselbe ist, bei gleichbleibender Tourenzahl je nach dem Zustande der Grube. Der Schieber besteht aus gliederförmig an einander gereihten Eisenblechplatten, so dass er, seitlich in einem Gusseisenrahmen geführt, sich in die Rundung des Gehäuses einfügt und dasselbe zu etwa $^1/_4$ des Umfanges selbst bildet. Er kann an Ketten mittelst einer Winde emporgezogen oder gesenkt werden.

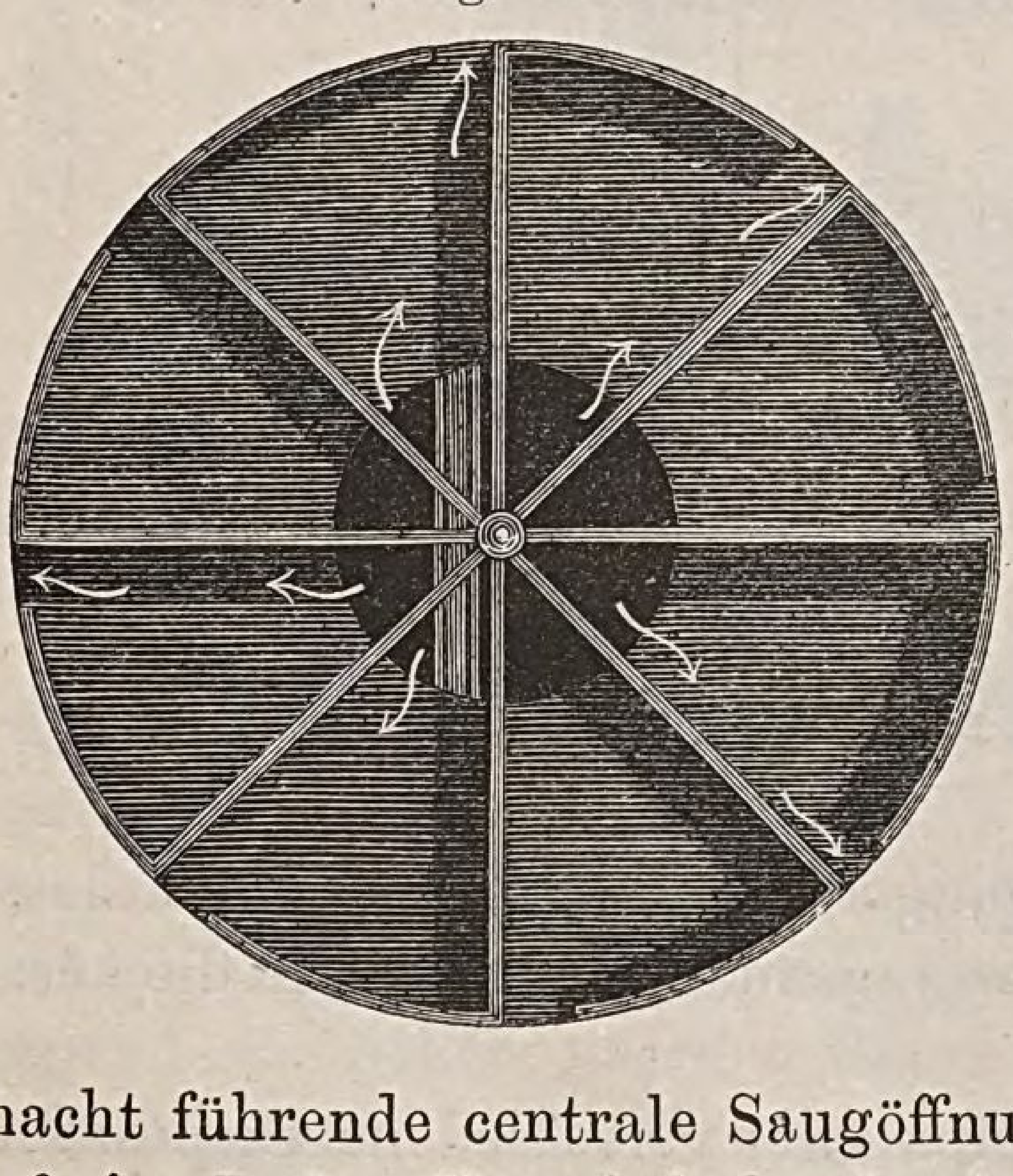
Das in der oberen Hälfte kreisförmige Umfangsmauerwerk des Gehäuses läuft in der unteren Hälfte spiralförmig von der Kreislinie ab und geht in die Stirnwand des Diffusors über. Die Austrittsöffnung des Gehäuses besteht also aus einem Rechteck, dessen Breite gleich der Breite des Ventilators und dessen Höhe gleich dem jeweiligen perpendiculären Abstande der Schieberendkante von der Mauerspirale ist. Wird der Schieber aufgezogen, so wird dieser Abstand grösser, wird der Schieber gesenkt, so nimmt derselbe ab.

Das Einströmen der Wetter erfolgt durch eine kreisrunde, centrale Oeffnung in einer der senkrechten Gehäusewände. Mit dieser Oeffnung steht der Wetterschacht durch einen Canal und eine Einströmungskammer in Verbindung. Die andere Gehäusewand ist, abgesehen von einem Loche für die Ventilatoraxe, voll. An letzterer sitzt ausserhalb des Gehäuses eine Kurbel, an welche die gewöhnlich eincylindrige, liegende oder stehende Dampfmaschine direct angreift.

Der Guibal'sche Ventilator ist gegenwärtig ausserordentlich verbreitet, sowohl in Belgien, als in England, Deutschland und Frankreich, und diese Verbreitung ist wohl berechtigt. Ausser dass er unter Umständen ebenso hohe Nutzeffecte geben kann, wie die besten Wetterpumpen, hat er vor letzteren noch den Vorzug äusserster Einfachheit in der Construction und äusserst geringer Reparaturbedürftigkeit. Es ist wohl zu beachten, dass gerade dies die werthvollsten Eigenschaften eines Ventilationsapparates für Bergwerke sind, zumal wenn — wie dies hier der Fall ist — dieselben ohne Mehraufwand an Betriebskraft dargeboten werden.

660. Der Ventilator von Lambert. — Bei diesem Ventilator dreht sich die Umhüllung mit. Er besteht aus einer Trommel von Eisenblech, welche durch radiale Scheidewände in einzelne Gefächer getheilt wird (Fig. 329). Jedes Gefach hat an der Peripherie und zwar an der in Bezug auf die Umdrehungsrichtung rückwärts liegenden Scheidewand eine Austrittsöffnung für die Luft. Der Querschnitt der Oeffnungen ist nach dem auszuwerfenden Luftquantum und der hierzu erforderlichen Umfangsgeschwindigkeit berechnet. Eine der beiden Seitenwände hat eine zum Wetterschacht führende centrale Saugöffnung. Der ganze Apparat dreht sich in freier Luft. Er wird durch eine direct angreifende Maschine in

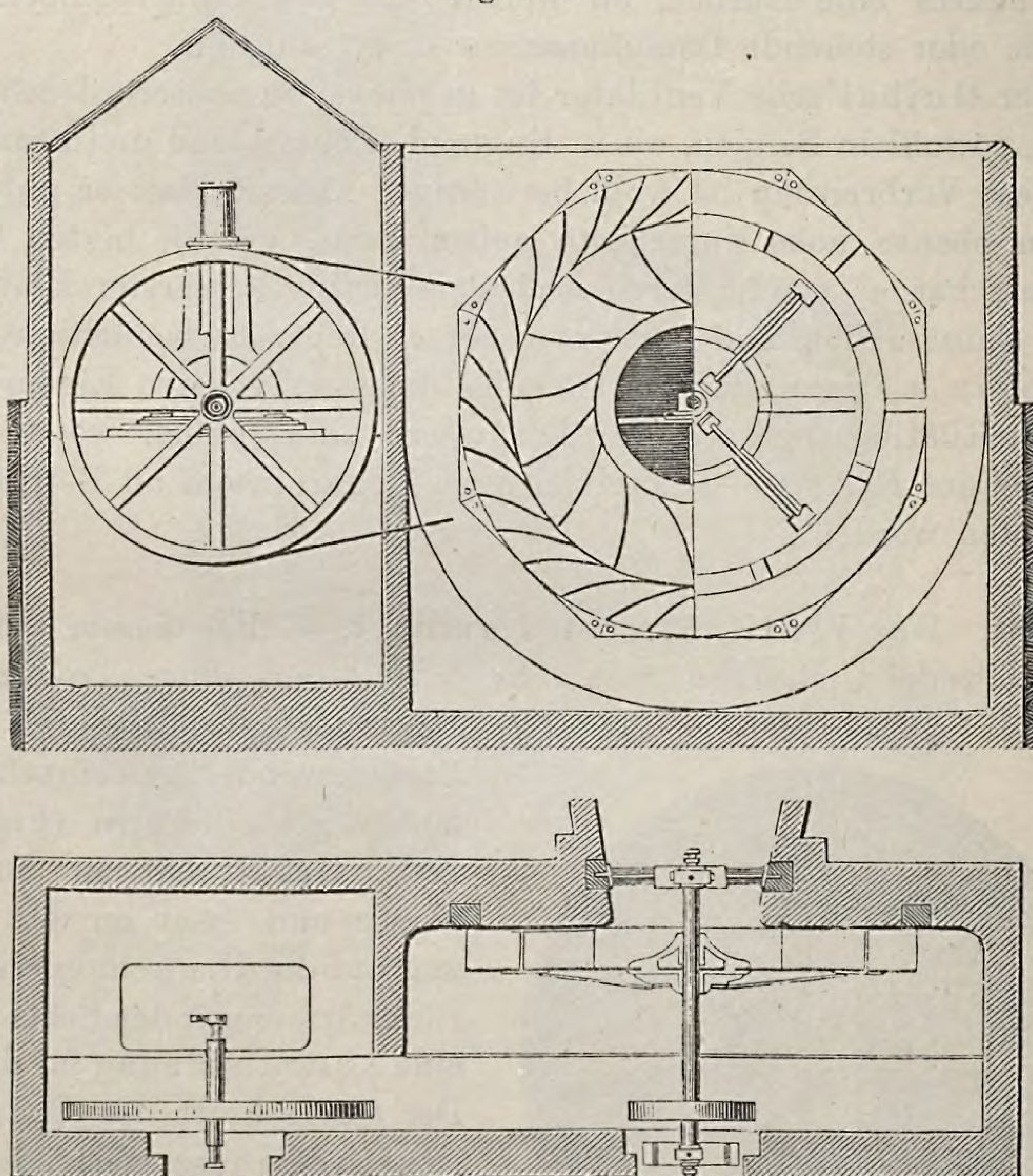
Fig. 329.



Bewegung gesetzt. Bei dem Lambert'schen Ventilator werden zwar die Wirbelungen und Rückströmungen der Luft vermieden, da die Austrittsöffnungen dem auszuwerfenden Luftquantum angepasst sind. Nicht vermieden werden dagegen die in der Luftgeschwindigkeit beruhenden Kraftverluste, da die Luft mit der vollen Umfangsgeschwindigkeit des Apparates entlassen wird. Der Lambert'sche Ventilator giebt daher geringeren Nutzeffect als der Guibal'sche, er ist auch weniger angewendet.

661. Der Ventilator von Harzé. — Bei diesem noch neuen, bis jetzt nur in einem Modell versuchten Ventilator ist der Guibal'sche Diffusor durch ein ringförmiges System von Leitschaufeln ersetzt,

Fig. 330.



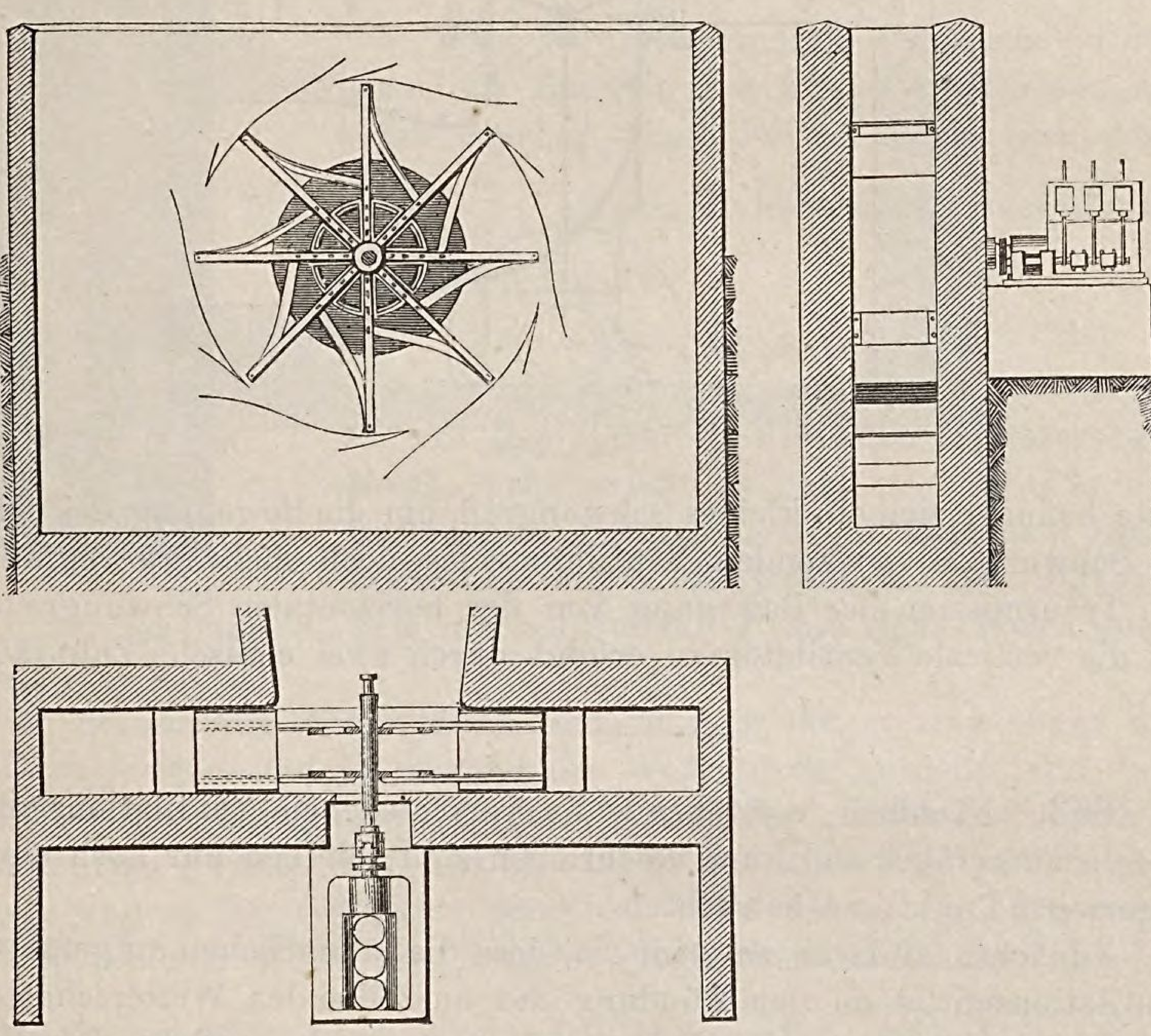
welche die an dem ganzen Radumfang ausströmende Luft veranlassen, sich auszubreiten und folglich zu verlangsamen, bevor sie in die äussere Atmosphäre übertritt.

Harzé hat nach diesem Principe zwei verschiedene Dispositionen angegeben. Bei der ersten (Fig. 330) besteht der Ventilator aus einer

mit gekrümmten Schaufeln versehenen Turbine von Eisenblech, welche sich zwischen zwei verticalen Wänden um ihre Axe dreht und durch eine Oeffnung in der einen Wand saugt. Am Umfang der Turbine befindet sich der aus feststehenden Leitschaufeln zusammengesetzte Diffusor.

Bei der zweiten Disposition (Fig. 331) ist statt der Turbine ein zwischen zwei Wänden sich drehendes Flügelrad gewählt. Feststehende Verschläge, welche um die Peripherie vertheilt sind, zwingen die Luft, in der gewünschten Richtung und Geschwindigkeit auszutreten.

Fig. 331.



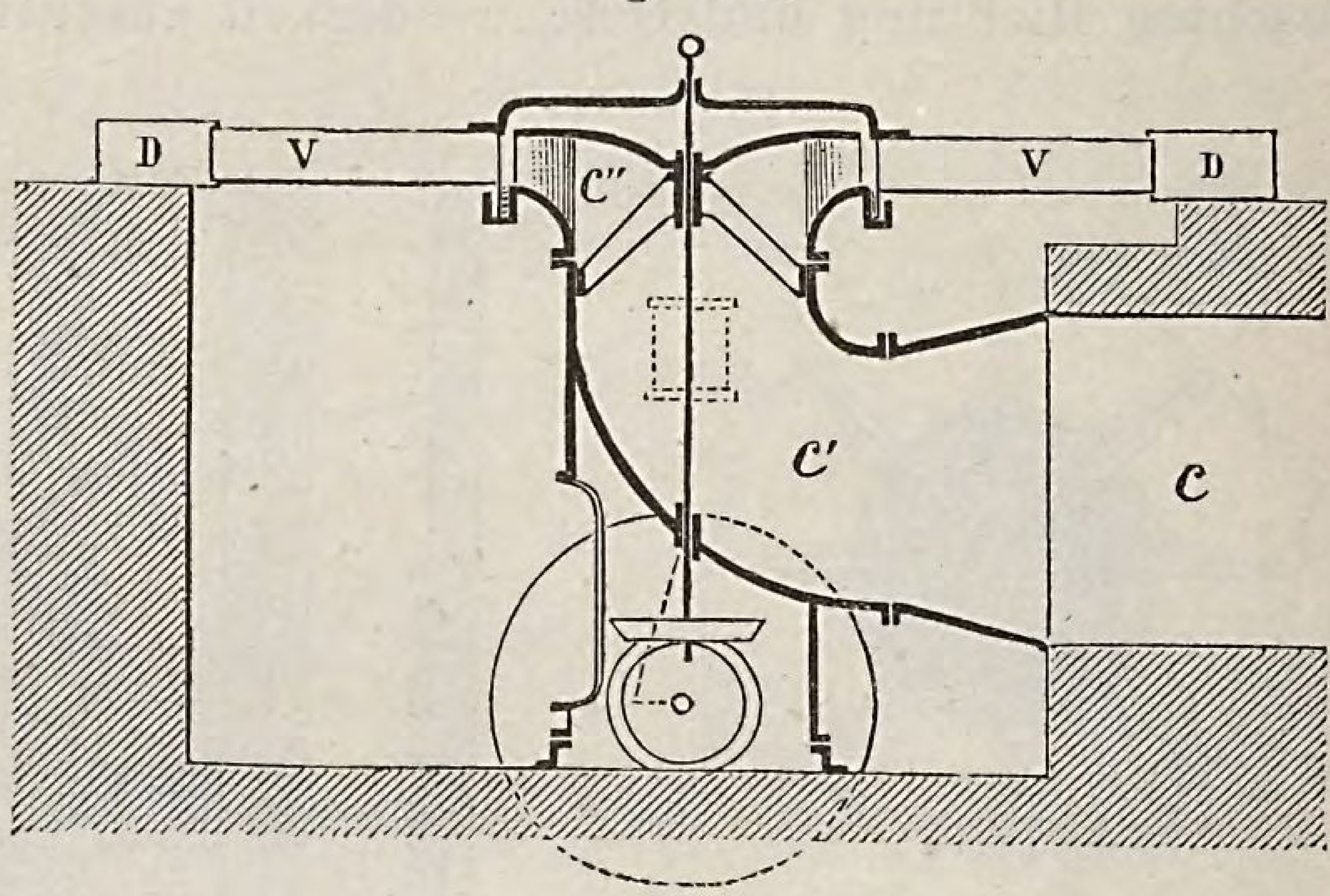
Die zweite Disposition erscheint einfacher und empfehlenswerther. Ohne Zweifel giebt dieser Ventilator, im Grossen angewendet, gleich dem Guibal'schen, sehr gute Resultate.

662. Der Ventilator von Kraft. — Der von dem Ingenieur Kraft kürzlich für die Gesellschaft Cockerill construirte Ventilator scheint die Aufgabe in ähnlicher Weise, wie der Harzé'sche, gelöst zu haben. Die Turbine liegt horizontal. Die Wetter strömen (Fig. 332, a. f. S.) durch einen gemauerten Canal C und einem im Innern des Maschinenraumes befindlichen eisernen Rohre C' zu. Aus diesem gelangen sie in ein Leitschaufelsystem C'', welches sie ohne Stoss in das ringförmig darum rotirende Schaufelrad V einfliessen lässt. Die Schaufeln des letzteren

sind gekrümmt und doppelwandig, so dass sie zwischen sich für die Luft nur gleichmässig weite Durchgangsräume lassen, um Wirbelungen und Rückeinströmungen zu vermeiden. An der Peripherie endlich, auf der Umfassungsmauer des Gebäudes, ist ein ringförmiger Diffusor *D* angebracht.

Die Betriebsmaschine besitzt zwei verticale Dampfcylinder, deren Stellung in der Figur in punktirten Linien angedeutet ist. Auf jeder

Fig. 332.



Seite befindet sich ein kleines Schwungrad, um die Bewegung des selbst als Schwungrad wirkenden Ventilatorrades noch mehr zu reguliren. Die Transmission der Bewegung von der horizontalen Schwungradaxe auf die verticale Ventilatoraxe erfolgt durch zwei conische Zahnräder.

663. Nachdem vorstehend die verschiedenen Ventilationsmittel einzeln aufgeführt und kurz beschrieben sind, bleiben nur noch einige allgemeine Punkte zu betrachten.

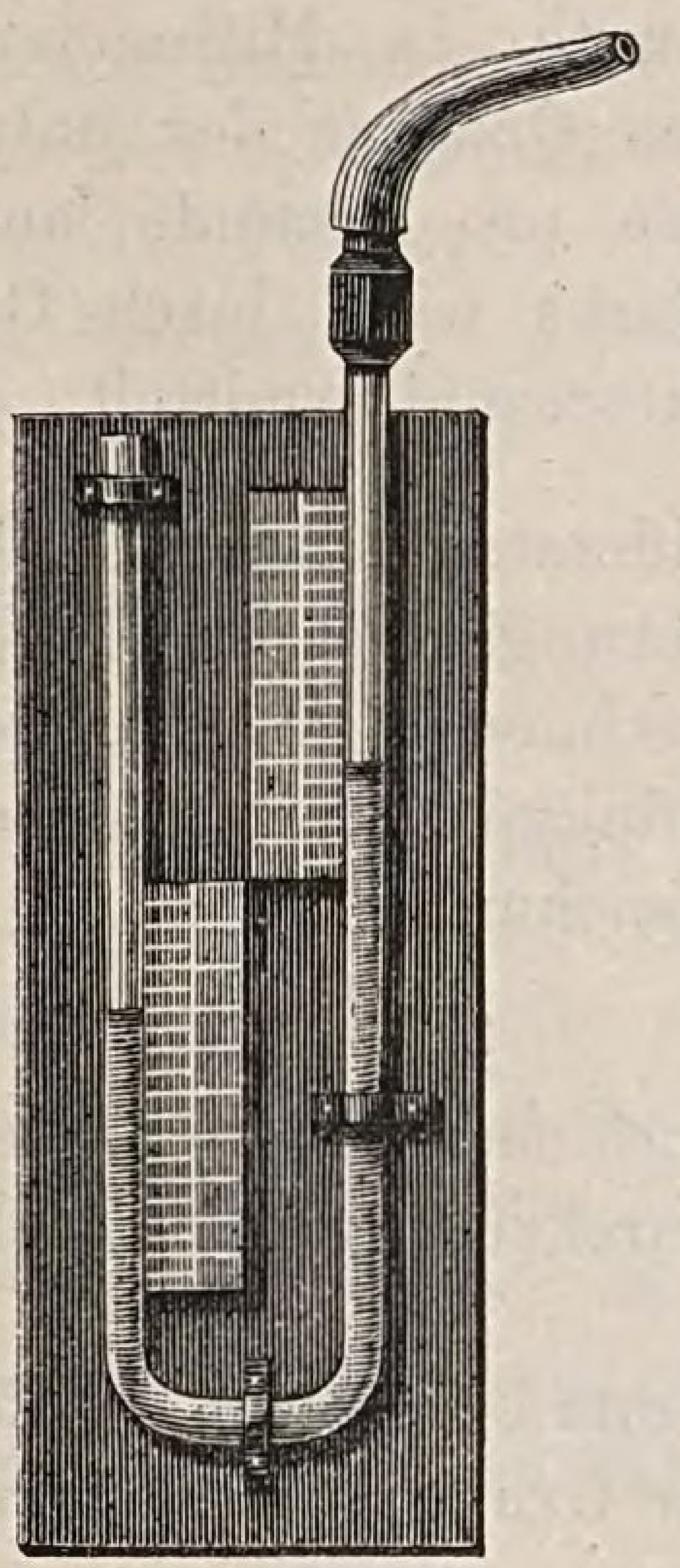
Zunächst ist daran zu erinnern, dass die sämmtlichen aufgeführten Ventilationsmittel an der Mündung des ausziehenden Wetterschachtes eine Luftverdünnung, eine Depression, erzeugen, welche das Hindurchströmen der Wetter durch die Grube veranlasst.

664. Die Depression wird durch ein Wassermanometer gemessen und in Millimetern Wassersäule ausgedrückt. Ein Schenkel des Manometers (Fig. 333) steht mit der äusseren Atmosphäre, der andere mit der Grubenluft in Verbindung. Der Unterschied des beiderseitigen Druckes stellt sich durch den verschieden hohen Stand des Wassers in den beiden Schenkeln dar. Diese Höhendifferenz wird auf einem in Millimeter eingetheilten Maassstabe abgelesen.

665. Die Depression, welche erforderlich ist, um ein bestimmtes Luftquantum durch eine Grube zu führen, ist sehr verschieden, je nach

dem Zustande der betreffenden Grube. Die Depression dient ja dazu, die von dem Wetterstrome auf seinem Wege erlittenen Widerstände zu überwinden, und diese Widerstände hängen bekanntlich von der Länge und dem Querschnitt der Strecken, sowie von der Geschwindigkeit der Strömung ab.

Fig. 333.



Die erforderliche Depression kann somit durch dieselbe Formel ausgedrückt werden, welche auch die Widerstände ausdrückt:

$$h = 0{,}0018 \frac{L P v^2}{S} \quad (588).$$

Statt der Geschwindigkeit v, welche an den einzelnen Punkten der Grube verschieden ist, setzt man in dieser Formel besser den Ausdruck $\frac{V}{S}$ (Volumen dividirt durch Querschnitt) ein und hat dann

$$h = 0{,}0018 \frac{L P V^2}{S^3}$$

für die Depression in Millimetern Wassersäule, welche erforderlich ist, um pro Secunde das Luftvolumen V durch die Grube zu ziehen. Diese Formel betrachtet die Grube als ein einfaches Rohr von der Länge L, dem inneren Umfang P und dem offenen Querschnitt S.

Je grösser die Widerstände sind, d. h. je länger und enger die Wetterwege sind und je weniger der Wetterstrom getheilt ist, desto grössere Depressionen sind erforderlich, um das gleiche Luftquantum in Umlauf zu setzen. Es giebt also leicht und schwer zu ventilirende Gruben und es ist erwünscht, dieselben unter diesem Gesichtspunkte in übersichtlicher Weise mit einander vergleichen zu können. In der obigen Formel ist nun der Factor $0{,}0018 \frac{L P}{S^3}$ für einen bestimmten Grubenzustand eine Constante. Er drückt eben diejenigen Widerstände aus, welche der Grube eigen sind und dieselbe leichter oder schwerer ventilirbar machen. Dieser Factor kann also für jeden einzelnen Fall durch eine Constante R bezeichnet werden.

Die ursprüngliche Formel wird dann

$$h = R \,.\, V^2,$$

woraus folgt

$$R = \frac{h}{V^2}.$$

Setzt man in dieser Formel $V = 1$, so wird $R = h$. R ist also derjenige Widerstand, welcher bei dem Hindurchströmen der Volumen-

einheit vorhanden ist, kurz ausgedrückt: der Widerstand der Grube.

666. Um denjenigen Widerstand, welcher in dem jeweiligen Zustande der Grube selbst begründet ist, zu bestimmen, braucht man sonach nur die von dem Ventilationsmotor erzeugte, in Millimetern Wassersäule ausgedrückte Depression durch das Quadrat des unter dieser Depression angesogenen, in Cubikmetern pro Secunde ausgedrückten Luftquantums zu dividiren. Letzteres wird durch Geschwindigkeitsmessung in dem ausziehenden Wettercanal ermittelt.

667. Wenn man auf diese Weise den Widerstand einer Grube bestimmt hat, ist es leicht, die zur Hindurchführung eines beliebigen Luftquantums erforderliche Depression zu berechnen. Da nämlich jener Widerstand R die Depression für einen Cubikmeter pro Secunde ausdrückt, so hat man für ein Volumen V die Gleichung

$$h = R \cdot V^2.$$

Um also die erforderliche Depression zu finden, braucht nur die Widerstandsgrösse der Grube mit dem Quadrat des durchzusaugenden Luftquantums multiplicirt zu werden.

Angenommen z. B., eine Grube lasse bei 40 mm Depression 12 cbm Luft pro Secunde durch. Der Widerstand dieser Grube beträgt dann

$$R = \frac{40}{12^2} = 0{,}28 \text{ mm}.$$

Wenn nun durch dieselbe Grube 20 cbm pro Secunde hindurchgehen sollen, so ist hierzu eine Depression von

$$h = 0{,}28 \cdot 20^2 = 112 \text{ mm}$$

erforderlich.

668. Es giebt noch andere Methoden zur Vergleichung der Gruben hinsichtlich ihres Widerstandes.

Guibal schlägt vor, alle Gruben mit einer Maassstabgrube, welche bei 1 mm Depression 1 cbm pro Secunde durchlassen würde, zu vergleichen. Er nennt Temperament der Grube das Verhältniss der Wettermengen, welche unter gleicher Depression einerseits durch die Maassstabgrube, andererseits durch die mit ihr zu vergleichende Grube hindurchgehen würden. Die Depressionen verhalten sich wie die Quadrate der Luftmengen. Bei der Maassstabgrube ist für die Depression h die Luftmenge gleich $\sqrt{h}$. Das Verhältniss der Luftmengen, das Temperament der zu vergleichenden Grube, ist also $\frac{V}{\sqrt{h}}$.

Guibal findet, dass eine belgische Grube, um eine gute Wetterführung zu haben, ein Temperament von 2 bis 3 haben, d. h. bei 1 mm

Depression 2 bis 3 cbm Luft durchlassen müsse. In England, wo die Flötze mächtiger und regelmässig sind, geht das Temperament häufig über vier hinaus.

Man kann die beiden Maassstäbe in einander umrechnen. Welches ist z. B. das Temperament der oben angenommenen Grube, die bei 40 mm Depression 12 cbm durchlässt und deren Widerstand sich hieraus auf 0,28 ermittelte? Um diese Frage zu beantworten, hat man nur das Volumen, welches die Grube bei 1 mm Depression durchlässt, zu berechnen. Dieses Volumen ist das gesuchte Temperament T. Man setzt also

$$1 : 40 = T^2 : 12^2$$

und findet daraus

$$T = 1{,}89.$$

Dies bedeutet, dass die fragliche Grube unter allen Depressionen 1,89 mal soviel Luft durchlassen wird, als die Maassstabgrube. Dieses Temperament bleibt unterhalb des guten Mittelwerthes.

Umgekehrt kann die Frage lauten: Welches ist der Widerstand einer Grube, deren Temperament den vortheilhaften Werth von beispielsweise 3 hat? Diese Frage heisst nichts anderes, als: Unter welcher Depression lässt eine Grube 1 cbm durch, wenn sie unter 1 mm 3 cbm durchlässt? Man hat also

$$1 : R = 3^2 : 1^2, \text{ mithin}$$
$$R = 0{,}11.$$

Man kann hiernach sagen, dass eine leicht ventilirbare Grube nicht über $^1/_{10}$ mm Widerstand besitzen darf. Eine solche Grube müsste bei 40 mm Depression 20 cbm durchlassen, denn aus der Proportion

$$0{,}1 : 40 = 1^2 : x^2$$

folgt

$$x = 20.$$

669. Der Ingenieur Murgue von der Gesellschaft Bessèges hat einen noch anderen Maassstab vorgeschlagen. Er berechnet die Oeffnung in einer dünnen Wand, welche unter der Depression der Grube das gleiche Luftquantum wie diese durchlassen würde. Er reducirt somit die Grube auf eine äquivalente Oeffnung in einer dünnen Wand.

Der Querschnitt dieser Oeffnung berechnet sich aus der Formel über den Ausfluss der Flüssigkeiten aus solchen Oeffnungen, welche lautet:

$$a = \frac{V}{k \,.\, \sqrt{2gh}},$$

worin vorstellt:

a den gesuchten äquivalenten Querschnitt in Quadratmetern;
V das durch die Grube strömende Luftquantum in Cubikmetern pro Secunde;
k den Contractionscoefficienten, hier 0,65;
g die Acceleration des freien Falles 9,80;
h die von dem Ventilationsmotor erzeugte Depression in Millimetern Wassersäule.

Auf Grund einer grossen Anzahl von Berechnungen über sehr verschieden sich verhaltende Gruben schlägt Murgue vor, die Gruben hinsichtlich ihres Widerstandes gegen die Wetterführung einzutheilen in:

Mittelweite Gruben, bei denen die äquivalente Ausströmungsöffnung ungefähr 1 qm (0,80 bis 1,20 qm) beträgt;

Enge Gruben, bei denen dieser Querschnitt geringer, und

Weite Gruben, bei denen derselbe grösser ist als 1qm.

Beispiel: Eine Grube lasse bei 50 mm Depression 25 cbm durch. Ihr Widerstand ist dann

$$R = \frac{50}{25^2}$$

$$R = 0{,}08 \text{ mm}.$$

Ihr Temperament nach Guibal berechnet sich aus der Proportion

$$1 : 50 = T^2 : 25^2$$

zu

$$T = 3{,}54.$$

Ihre äquivalente Ausströmungsöffnung nach Murgue ist

$$a = \frac{25}{0{,}65\sqrt{2 \,.\, 9{,}80 \,.\, 50}}$$

$$a = 0{,}89 \text{ qm}.$$

670. Man könnte die Formel

$$h = 0{,}0018 \, \frac{L P V^2}{S^3}$$

auch dazu benutzen, um alle Gruben auf einen bestimmten Querschnitt, aber wechselnde Länge zu reduciren, also für jede Grube eine äquivalente Länge berechnen.

Alle diese Vergleichsmethoden sind, wie dies Murgue in einem Aufsatze im Bulletin de la Société de l'Industrie minérale (2. Serie, Band IV, Seite 769) sehr gut ausführt, im Grunde genommen nur der Ausdruck der einen Thatsache, dass bei jeder Grube die Depression proportional ist dem Quadrate der Luftmenge, dass also bei jeder Grube $\frac{h}{V^2}$ eine Constante ist. Alle Umformungen, welche man mit dieser Constante vornehmen kann, indem man sie bald direct, bald reciprok

nimmt, bald radicirt und bald als einfachen Coefficienten benutzt, liefern nur gleichwerthige Definitionen, unter denen man die Wahl hat.

671. In mechanischer Hinsicht ist es von dem grössten Interesse, dass der Widerstand einer Grube möglichst gering sei, dass die Grube ein vortheilhaftes Temperament habe. Die Nutzleistung des Ventilationsmotors drückt sich nämlich durch das pro Secunde durch die Grube gesogene Luftquantum multiplicirt mit der Depression in Millimetern Wassersäule aus. Die Nutzleistung ist also

$$T_u = V \, . \, h$$

in Kilogrammetern *). Angenommen nun, das Luftquantum solle verdoppelt werden. Wenn die Grube in demselben Zustande bleibt, also denselben Widerstand behält wie vorher, so muss dazu die Depression vervierfacht werden (585) und die Arbeit des Ventilators wird

$$\begin{aligned} T'_u &= 2\,V \, . \, 4\,h \\ &= 8\,Vh \\ &= 8\,T_u. \end{aligned}$$

Um also das doppelte Luftquantum zu erhalten, bedarf es dann eines achtmal grösseren Kraftaufwandes.

Man kann jedoch dieses doppelte Luftquantum auch ohne Erhöhung der Depression erzielen, nämlich durch eine verhältnissmässig geringe Erweiterung der Strecken (589), also durch Verringerung des Widerstandes, durch Verbesserung des Temperaments der Grube. Bei dieser Methode wird die Arbeit des Ventilators

$$\begin{aligned} T'_u &= 2\,V \, . \, h \\ &= 2\,Vh \\ &= 2\,T_u, \end{aligned}$$

d. h. sie wächst nur im geraden Verhältniss zu dem Luftquantum.

Wenn bei einer Grube, welche durch einen Ventilator von 25 Pferdekräften ventilirt wird, das Wetterquantum einmal verdoppelt werden müsste, so würde im ersteren Falle (Vermehrung der Depression) eine Maschine von 200 Pferdekräften, im zweiten Falle (Verminderung der Widerstände) dagegen nur eine solche von 50 Pferdekräften erforderlich werden. Zu diesem grossen Unterschiede kommt aber noch Folgendes hinzu: Die Menge der frischen Wetter, welche, ohne die Arbeits-

*) Die Depression ist ja der Ueberdruck der äusseren Atmosphäre über die Luft im Saugcanal. Hat nun der Saugcanal beispielsweise 1 qm Querschnitt und beträgt die Depression h mm Wassersäule, so hat der ausziehende Strom im Saugcanal einen Druck von h kg zu überwinden (weil eine Wasserschicht von 1 qm Grundfläche und h mm Höhe ein Gewicht von h kg hat). Sollen nun in der Secunde V cbm Luft hindurchgehen, so ist jener Druck auf einem Wege von V m zu überwinden; die dazu erforderliche Arbeitsleistung beträgt $h \, . \, V$ Kilogrammmeter. L.

punkte überhaupt zu erreichen, vorzeitig an den ausziehenden Strom verloren gehen, wächst mit der Depression. Wenn man also diese letztere vervierfacht, so verdoppelt man zwar das angesaugte Gesammtvolumen, aber bei Weitem nicht das wirklich nutzbar werdende Quantum. Das Verhältniss der nutzbaren Wetter zu den verloren gehenden wird also mit der wachsenden Depression immer ungünstiger und kann für den Zuwachs durch Depressionsvermehrung schliesslich sogar Null werden, indem dann eine Erhöhung der Depression nur noch die verlorenen, nicht aber die nutzbaren Wetter vermehrt.

Es ist in der That nachgewiesen (Hamal und Schorn, Annales des travaux publics, Bd. XXII), dass für jede Grube ein Depressionsmaximum existirt, welches zu überschreiten keinen Zweck hat, weil jeder weitere Zuwachs fast ausschliesslich dazu dienen würde, die vorzeitig sich zum Ventilator durchdrückenden Wetter zu vermehren.

Man sieht also, dass die Hauptbedingung einer guten Wetterführung in der Verminderung des Widerstandes, in der Verbesserung des Temperamentes der Grube besteht. Die hierzu dienenden Mittel sind wiederholt und zur Genüge vorgeführt worden.

672. Es bleibt nun noch die Auswahl des Ventilationsmotors zu besprechen.

Natürlicher Wetterwechsel und Wetteröfen eignen sich für tiefe Gruben, wenn deren Baue — bei mächtigen und regelmässigen Flötzen — trotz schwacher Depression grosse Luftquantitäten durchlassen. Auf manchen englischen Gruben wird durch Wetteröfen ein Luftquantum von 80 bis 100 cbm pro Secunde erzielt, welches riesige Quantum bei den belgischen Verhältnissen selbst mit den stärksten Maschinen nicht erreicht werden kann.

Jene Ventilationsmittel finden sich unter den angeführten Bedingungen selbst für schlagwetterführende Gruben in Anwendung. Dies dürfte jedoch als empfehlenswerth nicht bezeichnet werden können.

Der natürliche Wetterwechsel ist zu unzuverlässig. Seine Richtung kann sich unter Umständen sogar umkehren. Während dies bei einer gewöhnlichen Grube wenig auf sich hat, ist es für eine Schlagwettergrube absolut unzulässig. Mindestens müsste bei einer solchen eine Dampfleitung in dem Wetterschacht vorhanden sein, deren Heizwirkung das Umschlagen des Wetterzuges verhinderte. In gewissen Fällen kann dieses Mittel ein sehr vorzügliches sein, dem normalen Bedürfnisse entspricht dasselbe jedoch nicht.

Wetteröfen können durch alle Vorsichtsmaassregeln nicht vollständig ihrer Gefahren entkleidet werden und auch die Engländer gehen nach den zahlreichen Katastrophen in ihren schlagwetterbehafteten Gruben immer mehr dazu über, die Wetteröfen durch maschinelle Ventilatoren zu ersetzen.

Für Gruben, wie die belgischen, welche der natürlichen Verhältnisse halber trotz aller Bemühungen immer hohe Depressionen erfordern werden, sind Maschinen die einzig anwendbaren Mittel.

673. Es besteht ein charakteristischer Unterschied zwischen Wetterpumpen und Centrifugalventilatoren. Die ersteren geben bei einer bestimmten Tourenzahl stets das gleiche Luftquantum, entsprechend dem von den Kolben oder den Schaufeln abgegrenzten Raume. Dagegen ist die Depression, unter welcher dieses Luftquantum austritt, je nach den Widerständen der Grube verschieden. Umgekehrt liefern die Centrifugalventilatoren bei einer bestimmten Tourenzahl stets die gleiche Depression, während unter deren Einfluss je nach den Widerständen ein verschiedenes Luftquantum ausströmt.

Hieraus ergeben sich in mancher Beziehung ganz entgegengesetzte Consequenzen:

Angenommen, der Widerstand einer Grube gegen die Wetterführung vermehre sich plötzlich in Folge einer Verengerung. Wenn nun die Ventilationsmaschine eine Pumpe ist, so wächst die erforderliche Depression und verlangt für eine gleichbleibende Tourenzahl einen entsprechend grösseren Arbeitsaufwand. Bei gleichbleibendem Arbeitsaufwand verlangsamt sich daher der Gang der Maschine, bis das Product aus der neuen Depression und dem neuen Luftvolumen gleich dem Product der früheren Depression und dem früheren Luftvolumen geworden ist.

Ist die Maschine ein Centrifugalventilator, so saugt derselbe bei gleichbleibender Depression weniger Luft an. Die Arbeitsleistung wird also geringer und der Gang der Maschine beschleunigt sich, bis das Product aus Depression und Luftquantum wieder die frühere Arbeitsmenge darstellt.

Man kann diese Betrachtung noch weiter durchführen und den Fall setzen, dass die Grube sich gänzlich verstopfe. Die Pumpe bleibt dann stehen (vorausgesetzt, dass sie die Grube dicht abschliesst), weil die Depression im Saugcanal bald so hoch wird, dass sie dem Dampfdruck das Gleichgewicht hält. Der Centrifugalventilator hingegen geht durch (d. h. er beschleunigt sich bis zu dem Grade, wo die Widerstände des Leerlaufes die ganze Arbeit des Dampfes consumiren), weil das angesaugte Luftquantum und folglich auch dessen Product mit der Depression, also die Nutzarbeit, gleich Null wird. Die Flügel drehen sich dann eben in der verdünnten Luft, ohne irgend welche Arbeit zu leisten.

Mit diesem Unterschiede hängt ein anderer zusammen, der sich zeigt, wenn die Maschinen mit ihrer Maximalgeschwindigkeit laufen und dann das Wetterquantum durch Verminderung der Widerstände vermehrt werden soll. Dies kann in der Praxis vorkommen, wenn die Maschine eine ältere ist und die Ansprüche an dieselbe sich im Laufe

der Zeit durch Ausdehnung der Grube bis auf die Maximalleistung gesteigert haben. Wird nun die Grube durch eine Wetterpumpe ventilirt und verbessert man ihr Temperament, so kann die Pumpe gleichwohl kein grösseres Wetterquantum bewältigen, da sie schon mit ihrer Maximalgeschwindigkeit arbeitet. Es wird aber an Dampf gespart, da die Arbeit eine geringere wird.

Hat man es dagegen mit einem Centrifugalventilator zu thun, so strömt bei ebenfalls gleichbleibender Geschwindigkeit der Maschine und folglich auch gleichbleibender Depression ein grösseres Luftquantum durch die Grube. Allerdings steigt dem entsprechend auch der Dampfverbrauch der Maschine, da sie mehr Luft in Bewegung setzt, also mehr Arbeit leistet.

Das letztere Resultat, nicht das erstere, ist das beabsichtigte.

Für die Pumpen wurde früher geltend gemacht, dass sie viel stärkere Depressionen erzeugen könnten, als die Centrifugalventilatoren, und dass ihre Anwendung deshalb ganz besonders für enge Gruben am Platze sei. Diese Ansicht ist aus folgenden Gründen nicht stichhaltig:

Die grossen Centrifugalventilatoren, wie sie neuerdings gebaut werden (12 m Durchmesser), geben bis zu 20 cm Depression. Dies ist weit mehr, als man gewöhnlich braucht. Eine Grube, welche dauernd eine so hohe Depression erheischte, würde als ganz fehlerhaft eingerichtet zu bezeichnen sein und müsste vor allen Dingen hinsichtlich ihres Temperamentes verbessert werden. Auch sind die Wetterpumpen für hohe Depressionen gar nicht einmal vortheilhaft. Der Betrieb dieser Apparate erfordert einen gewissen Spielraum zwischen Kolben und Cylinder resp. zwischen Schaufelrad und Gehäuse. Hieraus ergeben sich Luftverluste, welche mit der Depression wachsen. Nach Allem würde eine Grube, welche jene hohe Depression erforderte und dabei durch eine Wetterpumpe ventilirt wäre, sowohl hinsichtlich der Wetterführung in den Bauen, wie hinsichtlich des Nutzeffectes ihres Ventilators in einer sehr schlechten Verfassung sein.

Für normale Verhältnisse, ja sogar für Nothfälle, geben die Centrifugalventilatoren vollkommen ausreichende Depressionen. Sie haben auch folgende sehr wichtige Vorzüge vor den Pumpen: Ihre Construction ist viel einfacher, ihr Betrieb sicherer; Reparaturen kommen sehr wenig, Betriebsstörungen äusserst selten vor. Für Apparate, welche oft mehrere Jahre hindurch ohne Unterbrechung im Betriebe sein müssen, sind das überaus bemerkenswerthe Vortheile. Die Centrifugalventilatoren lassen die Mündung der Grube offen, so dass im Falle eines unvorhergesehenen Stillstandes der Wetterstrom durch das Flügelrad hindurch fortdauern kann. Endlich gestatten sie die Ausnutzung jeder Verbesserung des Temperamentes der Grube, was bei Pumpen von dem Moment an, wo sie mit dem Maximum ihrer Tourenzahl laufen, nicht mehr der Fall ist.

674. In Uebereinstimmung mit den Autoritäten auf dem Gebiete der Grubenventilation ist daher den nach den Regeln der Wissenschaft gebauten (d. h. mit Gehäuse und Diffusor versehenen) Centrifugalventilatoren der Vorzug zu geben. Ein derartiger Ventilator von so grossem Durchmesser, dass er bei seiner Maximaltourenzahl eine für schlimme Nothfälle ausreichende, jedenfalls das Vierfache der normalen Depression liefert, steht auf der gegenwärtigen Höhe der Technik. Diesen Ventilator würde man für gewöhnlich mit verhältnissmässig geringer Geschwindigkeit laufen lassen, was in sehr ökonomischer Weise unter Anwendung grosser Expansion im Dampfcylinder geschehen kann. Bei besonderem Bedürfniss aber würde man ihn mit Leichtigkeit durch Verminderung oder Abstellung der Expansion beschleunigen.

675. Besser noch ist die von Harzé erfundene, von Devillez in seinem Buche über die Wetterführung ebenfalls angegebene Anordnung zweier Ventilatoren hinter einander, deren Depressionen sich im Falle des Zusammenarbeitens summiren.

Fig. 334 (a. f. S.) stellt die von Harzé empfohlene Anordnung dar. Wenn beide Ventilatoren zusammen arbeiten, wird die von dem ersten fortgeschleuderte Luft durch die Saugöffnung des zweiten angesogen. Wenn beide Ventilatoren einzeln die gleiche Depression liefern, so wird dieselbe durch ihr Hintereinanderarbeiten verdoppelt. Das Luftquantum vermehrt sich dadurch im Verhältniss $\frac{\sqrt{2}}{1} = 1,4$.

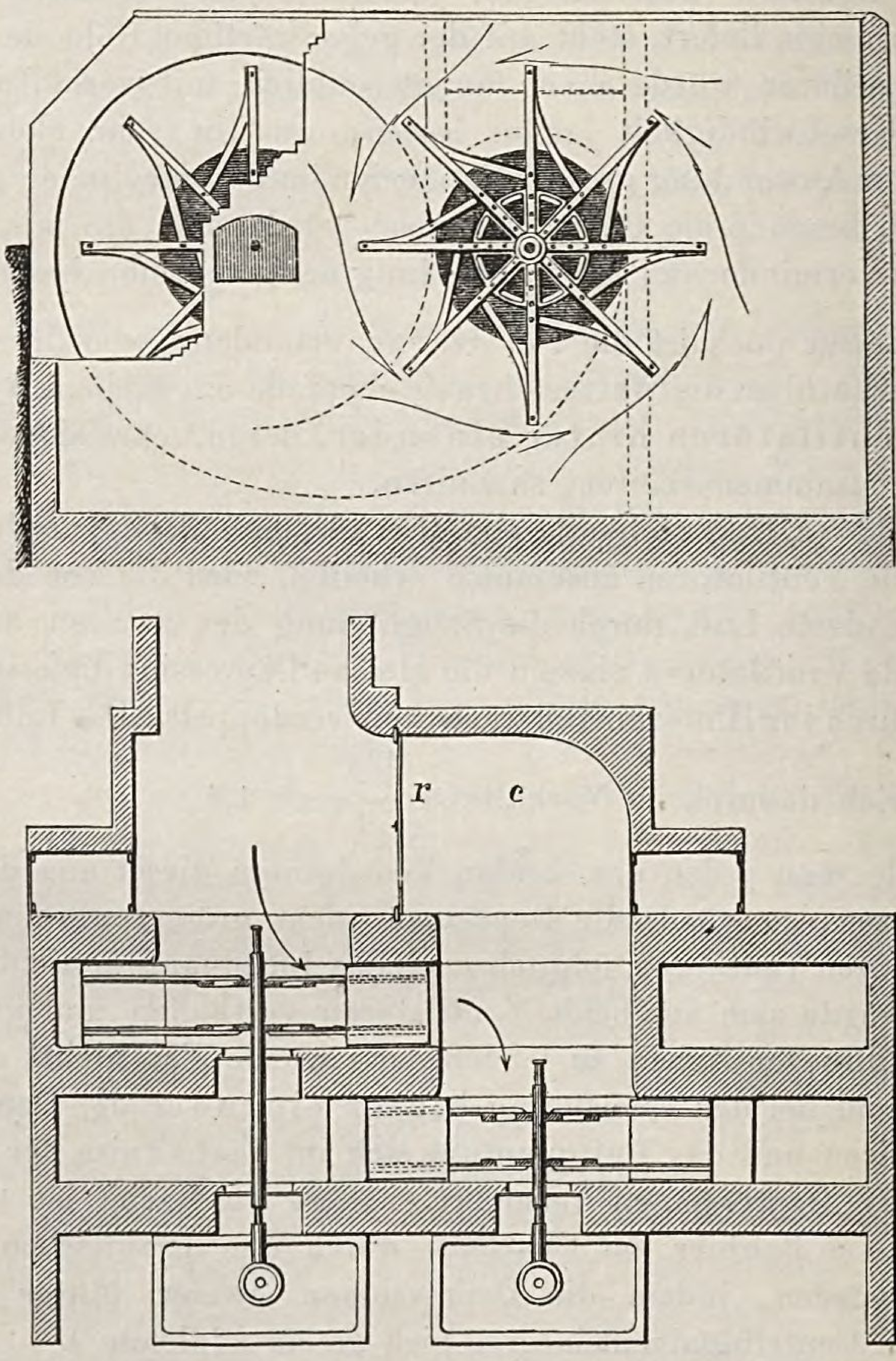
Würde man jeden der beiden Ventilatoren direct aus der Grube saugen lassen, so würde die Depression nicht grösser werden, als bei einem einzigen Ventilator, folglich auch das Luftquantum nicht wachsen. Dasselbe würde sich auf beide Ventilatoren vertheilen und jeder hätte nur die Hälfte der Arbeit zu leisten. Es würde also nichts gewonnen sein, während bei der Anordnung hinter einander die Depressionen sich summiren und das Luftquantum sich im Verhältniss der Quadratwurzeln der Depressionen vermehrt. Diese Thatsache ist u. A. auf der Grube Le Boubier bei Charleroi durch den praktischen Versuch bestätigt worden, indem die Depressionen zweier hinter einander arbeitenden Centrifugalventilatoren sich genau addirten *).

Die Harzé'sche Anordnung, Fig. 334, ist so getroffen, dass, je nach Belieben, auch nur ein Ventilator allein betrieben werden kann. Nöthigenfalls könnte man ja einfach den einen derselben still stellen ohne sonst etwas zu ändern; die von dem anderen angesaugten oder fortgeschleuderten Wetter würden dann durch den ersteren lediglich hindurchströmen. Hierdurch würde man jedoch nutzlose Widerstände schaffen, während bei der Harzé'schen Disposition jeder Ventilator direct aus der Grube saugen und direct in die Atmosphäre auswerfen

*) Dies ist auch bei Saarbrücken mehrfach constatirt. L.

kann. Wenn der erste Ventilator allein arbeiten soll, braucht nämlich nur eine Fallthür über der Saugöffnung des zweiten Ventilators geöffnet zu werden, um den Wettern den Durchgang durch diesen letzteren zu ersparen. Soll der zweite Ventilator allein betrieben werden, so

Fig. 334.



wird statt dessen einfach die Thür *r* in dem den ersten Ventilator umgehenden Canal *c* geöffnet.

Im Folgenden mag nun kurz untersucht werden, wie sich die Sache stellt, wenn mehrere Wetterpumpen auf einem Schachte aufgestellt werden. Dieser Fall ist bei Fabry'schen Ventilatoren auf manchen belgischen Gruben vorhanden.

Wenn zwei Fabry's direct aus demselben Schachte saugen, so liefert jeder, bei gleichbleibender Tourenzahl, dasselbe Quantum, als wenn er allein betrieben würde.

Damit aber die beiden Ventilatoren beim Zusammenarbeiten die gleiche Tourenzahl machen können wie beim Einzellaufen, muss die Dampfmaschine eine viermal grössere Arbeit leisten. Wenn nämlich an dem Zustande der Grube nichts geändert wird, so kann das doppelte Wetterquantum nur durch Vervierfachung der Depression erzielt werden. Jeder der beiden zusammen arbeitenden Ventilatoren liefert also dann sein früheres Quantum unter einer viermal höheren Depression, seine Arbeitsleistung ist also die vierfache.

Wollte man für beide Ventilatoren beim Zusammenarbeiten dieselben Dampfmaschinen behalten wie vorher, als sie immer nur einzeln arbeiteten, so würde sich ihr Gang verlangsamen, bis das Product aus dem neuen Wetterquantum und der neuen Depression das Doppelte der früheren Arbeitsleistung eines Ventilators darstellte.

Wenn man also auf einem Wetterschachte zu einem vorhandenen Fabry-Ventilator einen zweiten von gleicher Stärke hinzufügt, so verdoppelt sich das Wetterquantum nicht. Um dies zu erreichen, müsste man jeder der beiden Dampfmaschinen die vierfache Stärke geben. Das im ersteren Falle (bei blosser Verdoppelung der Maschinenkraft) sich ergebende Mehrquantum ist leicht zu berechnen. V und h seien das Luftvolumen und die Depression jedes Ventilators beim Einzellauf, V' und h' das Volumen und die Depressionen bei ihrem Zusammenarbeiten. Es ist dann

$$V'.h' = 2\,V.h,$$

daher

$$\frac{h}{h'} = \frac{V}{2\,V}.$$

Zugleich gilt die Proportion

$$\frac{h}{h'} = \frac{V^2}{V'^2}.$$

Folglich ist

$$\frac{V'}{2\,V} = \frac{V^2}{V'^2},$$

$$V' = V\sqrt[3]{2},$$

$$V' = 1{,}26\,V.$$

676. Es bleiben nun noch einige Einzelheiten zu besprechen.

Die Centrifugalventilatoren können direct durch die stehende oder liegende Maschine oder mittelst Riementransmission in Bewegung gesetzt werden. Letztere Methode ist nur bei kleinerem Durchmesser des Flügelrades anwendbar, hat aber den Vortheil, dass das letztere mit grosser Tourenzahl bewegt werden kann, ohne dass die Dampfmaschine zu sehr beschleunigt werden muss. Die grossen Ventilatoren der neueren Zeit werden direct von der Maschine umgedreht; dabei sind Stösse

allerdings nicht zu vermeiden, wenn die Tourenzahl einigermaassen bedeutend wird. Es erscheint rathsam, den Dampfmaschinen keinen zu kleinen Hub zu geben. Am besten dürften Zwillingsmaschinen angewendet werden.

677. Ueber den Guibal'schen Ventilator, welcher gegenwärtig am verbreitetsten ist, mögen folgende specielle Angaben Platz finden:

Die am meisten angewendeten Durchmesser sind 7, 9 oder 12 m. Die Tourenzahl ist 60 bis 90 in der Minute. Die Breite der Flügel schwankt zwischen 1 und 3 m, je nach dem Luftquantum, welches unter der von dem Durchmesser und der Tourenzahl abhängenden Depression ausgesogen werden soll.

Wie wir bereits gesehen haben, erzeugen die Centrifugalventilatoren bei gegebener Tourenzahl constante Depressionen. Das Luftquantum für diese Tourenzahl hängt demnach von dem Widerstande der Grube ab.

Die einer bestimmten Tourenzahl entsprechende Depression berechnet sich nach der Formel

$$h = 0{,}00056\, p\, N^2 \left[R^2 \left(2 - \frac{s^2}{S^2}\right) - r^2\right],$$

worin bedeutet:

p das Gewicht eines Cubikmeters der ausziehenden Grubenluft,
N die Tourenzahl pro Minute,
R den äusseren Radius der Schaufeln,
r den inneren Radius derselben,
s den Querschnitt zwischen Radgehäuse und Diffusor,
S den Ausströmungsquerschnitt des Diffusors (Fig. 335).

Durch zahlreiche unter verschiedenen Verhältnissen und mit verschiedenen Ventilatoren angestellte Versuche hat sich ergeben, dass die wirklich entstehende Depression etwas geringer ist, als die so berechnete, und man das theoretische Resultat mit dem Coefficienten 0,822 multipliciren muss. Indem man diesen Coefficienten in die vorstehende Formel einfügt und für p den mittleren Werth 1,135 kg annimmt, hat man

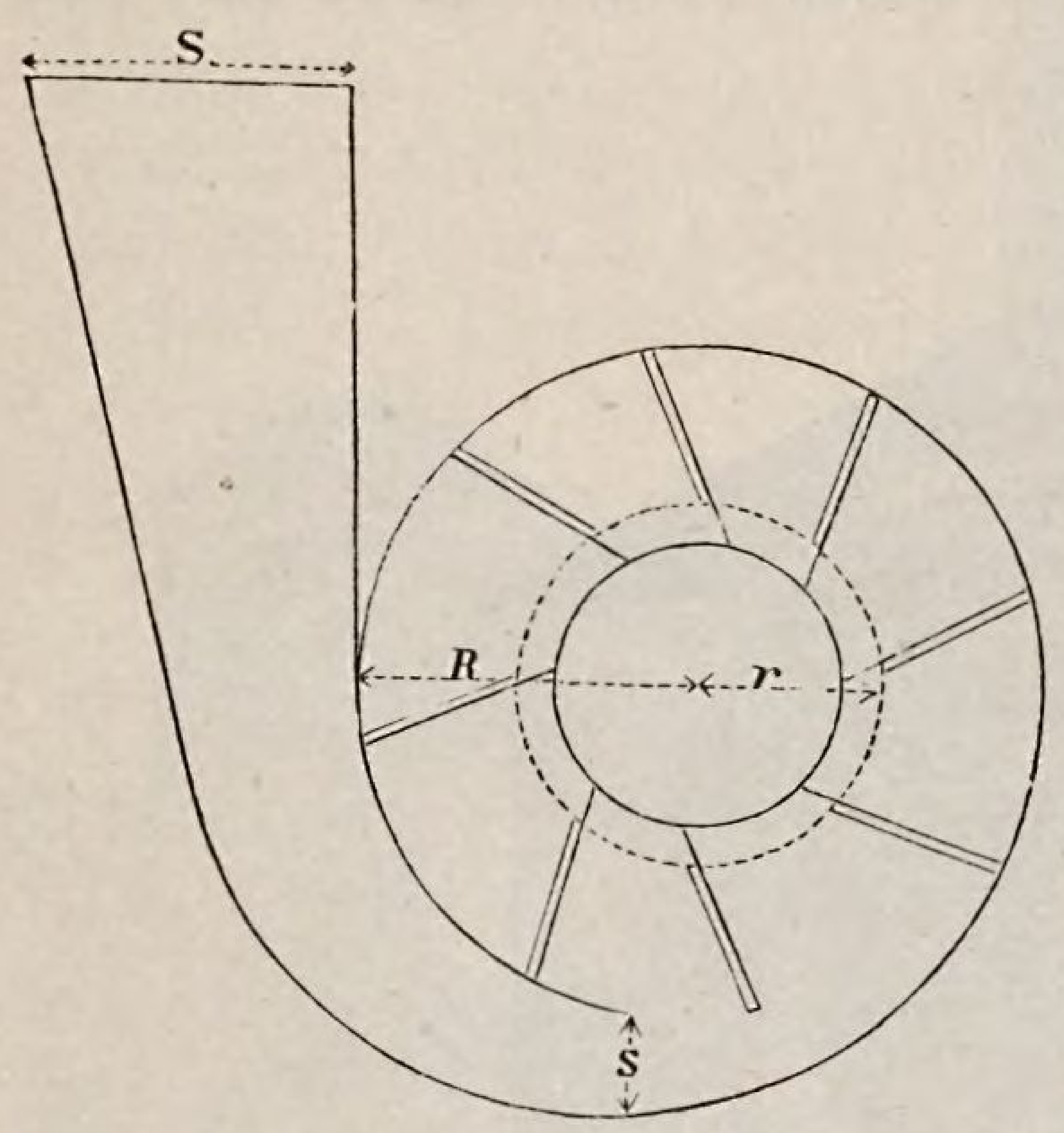
$$h = 0{,}000523\, N^2 \left[R^2 \left(2 - \frac{s^2}{S^2}\right) - r^2\right]$$

für die wirkliche Depression.

Die Regulirung des Schiebers zwischen dem Gehäuse und dem Diffusor ist nicht unwichtig. Man hat beobachtet, dass die Depression mit der Oeffnung des Schiebers zunahm bis zu einem bestimmten Punkte, über welchen hinaus die Depression nicht weiter, wohl aber die aufgewendete Arbeit wuchs. Es giebt demnach für jeden Zustand der Grube eine bestimmte Schieberstellung, bei welcher für einen bestimmten

Arbeitsaufwand die Depression ein Maximum ist. Wenn der Schieber hiernach einmal regulirt ist, wird er nicht wieder verstellt, als bis das Temperament der Grube sich etwa merklich geändert hat.

Fig. 335.



Zur Regulirung wird der Schieber, während der Ventilator mit constanter Tourenzahl läuft, so lange mehr und mehr aufgezogen, bis eine neue Mehröffnung keine weitere Erhöhung der Depression mehr ergiebt.

Wenn das Temperament einer Grube bekannt ist, lässt sich der günstigste Flügelraddurchmesser daraus ermitteln. Zu diesem Zwecke bedient sich Guibal der Formel

$$D = 4{,}9 \sqrt[4]{\Theta}.$$

In dieser Formel bedeutet Θ den Widerstand der Grube für das verlangte Wetterquantum V. Wenn also das Temperament der Grube derart ist, dass bei einer (gemessenen) Depression h das (gemessene) Luftquantum Q hindurchströmt, wenn also das Temperament gleich $\frac{Q^2}{h}$ ist, so ist in obiger Formel $\Theta = \frac{Q^2}{h} V^2$.

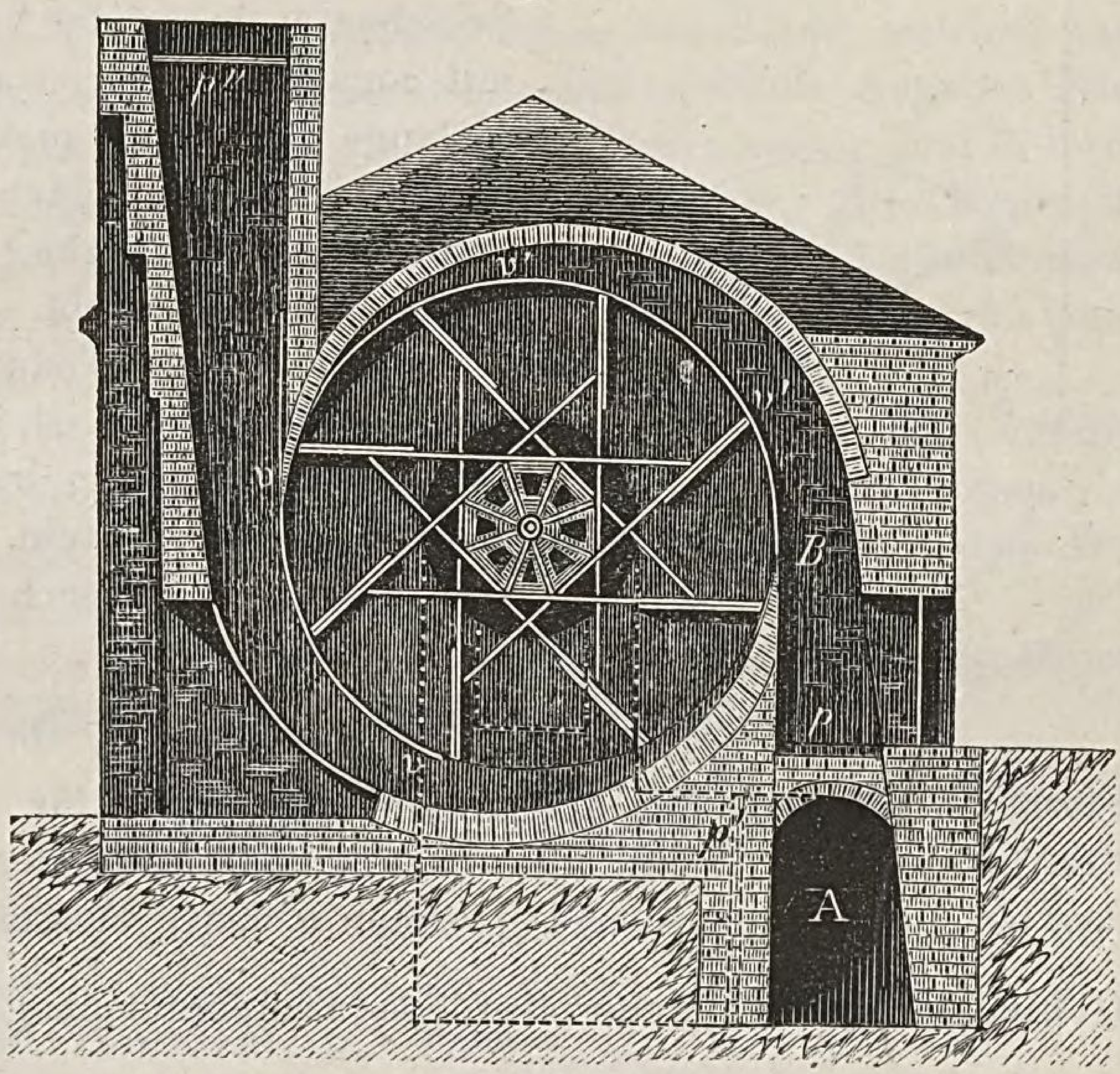
678. Mag das Ventilatorsystem sein, welches es will, immer ist es gut, wenn man den Apparat auch blasend wirken lassen kann, obgleich dies nicht üblich ist. Es sind schon Fälle vorgekommen, wo — nach einer Explosion — die absichtliche Umkehrung des Wetterzuges für die Rettungsarbeiten gute Dienste that.

Diese Möglichkeit, welche bei gewissen Wettermaschinen ausgeschlossen ist, lässt sich bei den Centrifugalventilatoren leicht erreichen. Man braucht nur mit Hülfe von Canälen und Thüren in der Lage zu sein, nach Belieben bald die Saugöffnung mit der Grube und die Austrittsöffnung mit der Atmosphäre, bald die letztere mit der Grube und die erstere mit der Atmosphäre in Verbindung zu setzen. Im ersteren Falle wirkt der Ventilator saugend, im letzteren blasend.

Fig. 336 (a. f. S.) stellt eine derartige Disposition bei einem Guibal-Ventilator dar. Der vom Wetterschacht kommende Canal A kann entweder durch die Thür p' mit der Saugöffnung, oder durch die Fallthür p und den zweiten Diffusor B mit dem Umfang des Ventilators in Verbindung gesetzt werden. Für gewöhnlich communicirt der Canal A

mit der Saugöffnung, indem p' geöffnet und p geschlossen ist. Will man nun aus irgend einem besonderen Grunde den Ventilator blasend wirken lassen, so öffnet man die Fallthür p und den Schieber v' und schliesst p'. Ebenso schliesst man den ersten Diffusor durch eine Fall-

Fig. 336.



thür p'' und setzt die Saugöffnung durch eine in der Figur punktirte Thür mit der Atmosphäre in Verbindung.

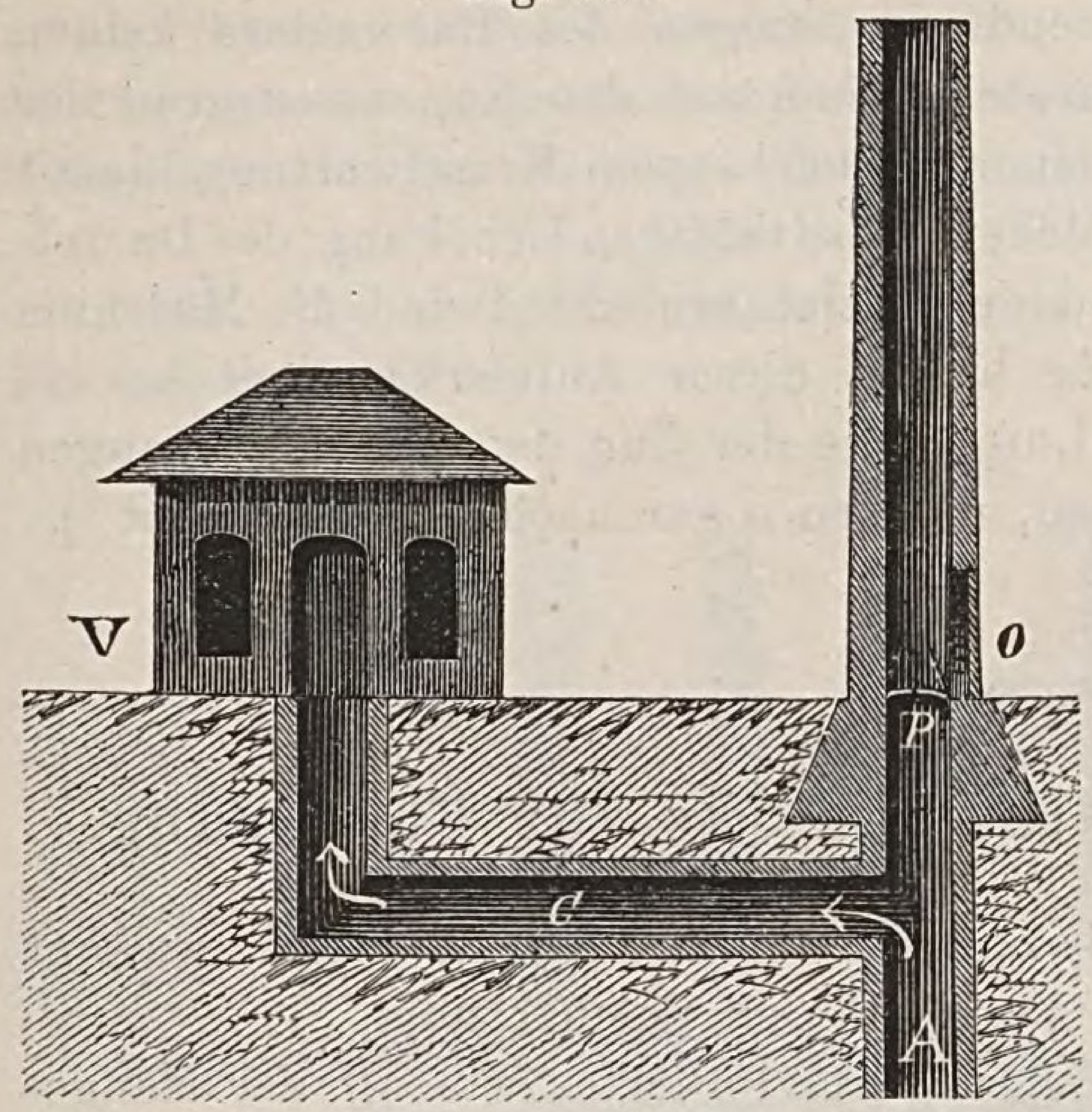
Eine analoge Disposition ist auf der Grube Grand-Hornu für einen Lemielle'schen Ventilator angewendet.

679. Endlich ist auch dafür zu sorgen, dass der Ventilator nicht durch die Wirkung einer Explosion erreicht werden kann, damit er nicht gerade im Augenblick des dringendsten Bedürfnisses versagt. Zu diesem Zwecke dient folgende oder irgend eine andere Disposition:

A (Fig. 337) ist der Wetterschacht, der am besten in einen gehörig hohen Kamin verlängert wird, um im Falle einer Betriebsstörung des Ventilators den Wetterzug zu unterhalten. *C* ist ein aus dem Wetterschacht zu dem bei *V* aufgestellten Ventilator führender Canal. Wenn der Ventilator arbeitet, ist die Schachtmündung durch einen nach oben sich öffnenden Deckel *P* verschlossen, welcher durch die in dem Kamin ausgesparte Thür *O* zugänglich ist. Im Falle einer heftigen Explosion fliegt der Deckel *P*, da er bei seiner exponirten Lage weniger Widerstand leistet als der Ausgang durch den Ventilator, in die Höhe und gewährt dadurch dem Luftstosse einen unschädlichen Ausgang,

während der Ventilator unbeschädigt bleibt. Sollte dies gleichwohl nicht der Fall sein, so würde der Kamin immer noch als Zugmittel dienen und das Eindringen in die Grube ermöglichen.

Fig. 337.



Man kann sogar statt des Deckels P einen durch Gegengewichte abbalancirten, hydraulisch (nach Art der Gasometer) abschliessenden Kessel anbringen, welcher durch die normale Depression niedergehalten wird. Hört diese normale Depression auf, so hebt sich der Kessel aus dem Wasserringe und öffnet dadurch die Schachtmündung, so dass die natürliche Wetterführung ihren Gang hat.

680. Es ist äusserst wichtig, den Gang der Ventilationsmotoren zu controliren. Viele Apparate sind erdacht worden, welche die Tourenzahl der Maschine oder die Depression selbstthätig registriren sollen. Guibal hat sogar einen — wegen seiner Complicirtheit aber nicht angewendeten — Apparat zur Registrirung des Temperamentes $\frac{V^2}{h}$ angegeben.

Eine Aufzählung und Beschreibung aller der verschiedenen Controlapparate, welche nach vorstehender Richtung hin möglich sind, würde überflüssig sein. Die Frage ist durch den Verein der Kohlenwerksdirectoren des Reviers Couchant de Mons einer besonderen Prüfung unterworfen worden; die betreffenden Berichterstatter empfehlen die Anwendung des unter dem Namen „Spion" („mouchard") bekannten Registrirapparates, welcher in allen Gasfabriken zur Controlirung des Gasdruckes gebräuchlich ist. Seine Construction ist folgende:

In ein Gefäss mit Wasser taucht eine Glocke ein, unter welche ein von der Leitung herkommendes Rohr ausmündet. Da die Glocke sich in verticaler Richtung auf und ab bewegen kann, so folgt sie den Schwankungen des Gasdruckes, um sich im Gleichgewicht zu erhalten. Diese Schwankungen werden durch einen Stift auf einen Cylinder aufgezeichnet, welcher durch ein Uhrwerk in gleichmässige Umdrehung versetzt wird.

Bei einer Variation dieses Apparates ist die Glocke durch eine Membran ersetzt, welche für geringe Druckdifferenzen noch empfindlicher ist.

681. An neueren Ventilationsmaschinen, besonders in Belgien, findet sich zuweilen auch ein sogenannter barometrischer Regulator angebracht, welcher bei fallendem Luftdrucke den Gang der Dampfmaschine beschleunigt, während ein Steigen des Barometers keinen Einfluss ausübt. Diese Apparate wirken auf den Expansionsgrad der Maschine. Es bedarf daher einer aufmerksamen Kesselwartung, damit nicht bei Gelegenheit einer solchen selbstthätigen Erhöhung des Dampfverbrauches der Dampfdruck dadurch sich erniedrigt und die Maschine sich wieder verlangsamt. Es bedarf dieser Aufmerksamkeit um so mehr, als ja bei niedrigem Luftdrucke der Zug der Kesselfeuerungen sich nicht nur nicht zu beleben, sondern sogar nachzulassen strebt *).

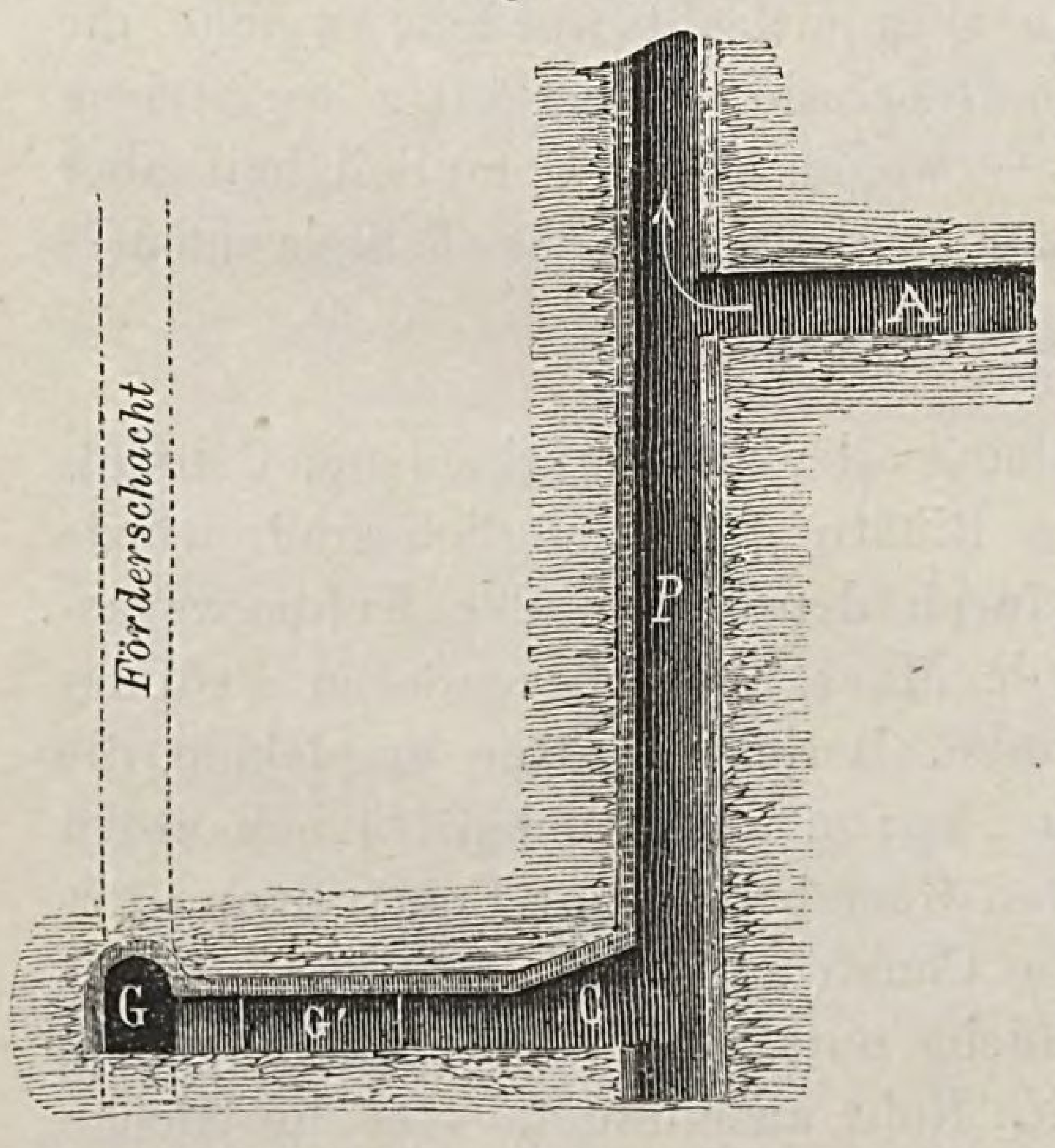
§. 4.

Benutzung der Wetterschächte zur Förderung.

682. Diese Frage ist bereits an einer früheren Stelle erwähnt worden und bedarf hier noch einer näheren Beleuchtung.

Es handelt sich darum, sowohl am Füllorte, wie an der Hängebank Einrichtungen zu treffen, welche verhindern, dass beim Einschieben und Abziehen der Förderwagen der Wetterzug in dem Schachte gestört wird und zu grosse Wetterverluste entstehen, sowie dass die Anschläger und Abzieher in den verdorbenen Wettern sich aufhalten müssen.

Fig. 338.



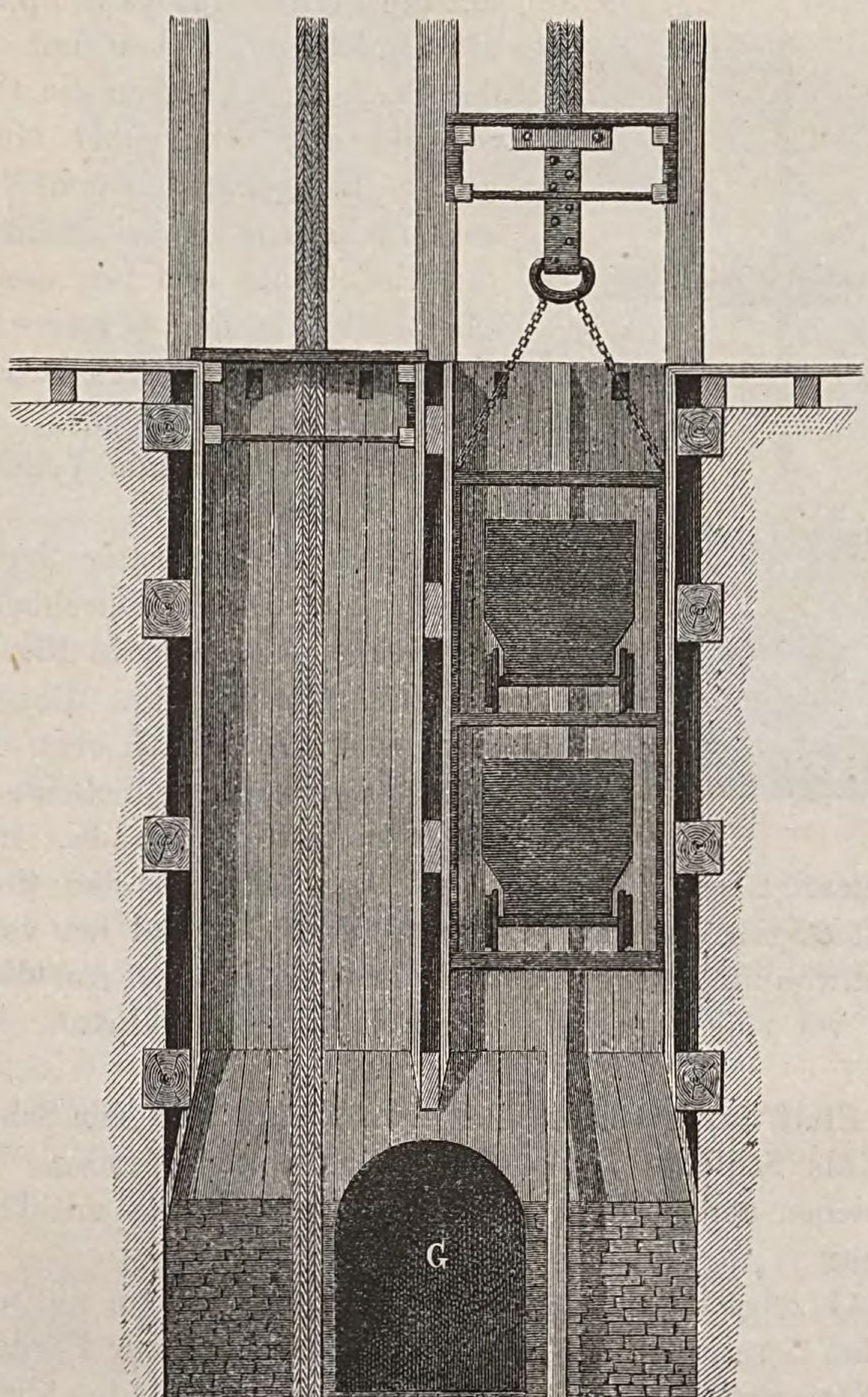
683. Für das Füllort ist die Anordnung einfach. Eine besondere Strecke setzt dasselbe mit dem Hauptförderschachte oder den aus diesem abgehenden Hauptförderstrecken in Verbindung. Diese Verbindungsstrecke ist durch zwei oder drei Thüren versperrt. Die Luft, welche trotzdem in Folge undichter Fugen oder in Folge des Oeffnens der Thüren beim Passiren der Förderwagen hindurchgeht, genügt, um das Füllort zu ventiliren, ohne dass die sonstige Wetterführung darunter leidet.

*) Die fraglichen Regulatoren können natürlich höchstens da Zweck haben, wo grössere mit Schlagwettern gefüllte Hohlräume in der Grube vorhanden sind, welche bei fallendem Barometer die Gase in den Wetterstrom austreten lassen. L.

Fig. 338 veranschaulicht eine solche Disposition. *P* ist der zur Förderung mitzubenutzende Wetterschacht. *C* ist das Füllort desselben, welches mit der Hauptförderstrecke *G* durch eine mit Thüren versehene Strecke *G'* in Verbindung steht. Der Strom der verbrauchten Wetter mündet durch eine andere, gewöhnlich in einer höheren Sohle befindliche Strecke *A* in den Wetterschacht ein.

684. An der Hängebank hat man zwischen verschiedenen Anordnungen die Wahl.

Fig. 339.

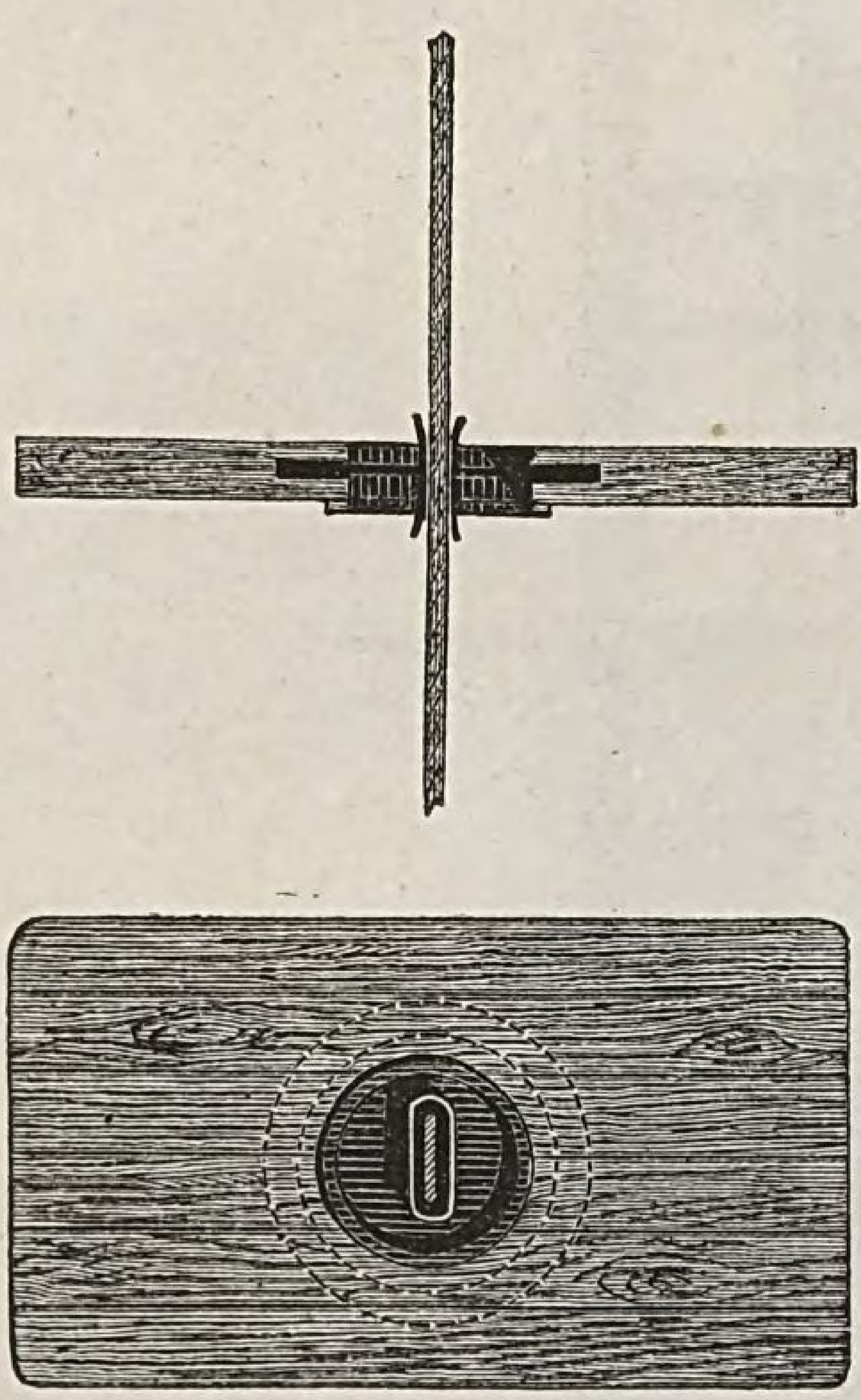


Man kann die Schachtmündung durch Deckel verschliessen, welche die Förderseile hindurchgehen lassen und sich beim Heraufkommen

des Fördergerippes heben. Letzteres schliesst dann seinerseits die Schachtmündung ab.

Fig. 339 (a. v. S.) stellt eine derartige, von Briart zuerst angewendete Disposition dar. Der obere Theil jedes der beiden Fördertrumme des Wetterschachtes wird durch Bretterwände zu einer Art Schleuse hergerichtet, in welche der Boden des heraufkommenden Fördergerippes genau passt. Oben ist jede der beiden Schleusen durch einen möglichst leichten, flachen Deckel verschlossen, welchen das Fördergerippe von unten fasst und emporhebt. Der Deckel ist durch Gegengewichte abbalancirt, welche jedoch, um die Figur nicht zu compliciren, auf dieser nicht angegeben sind. Während des Treibens schliessen die Deckel den Schacht ab, wenn aber ein Gerippe an die Hängebank kommt, wird der emporgehobene Deckel durch den dichten Boden des ersteren ersetzt. Im oberen Theile der Bretterwände sind Oeffnungen für die Schachtfallen oder Hängestützen ausgespart. *G* ist der aus dem Schachte zum Ventilator führende Wettercanal.

Fig. 340.



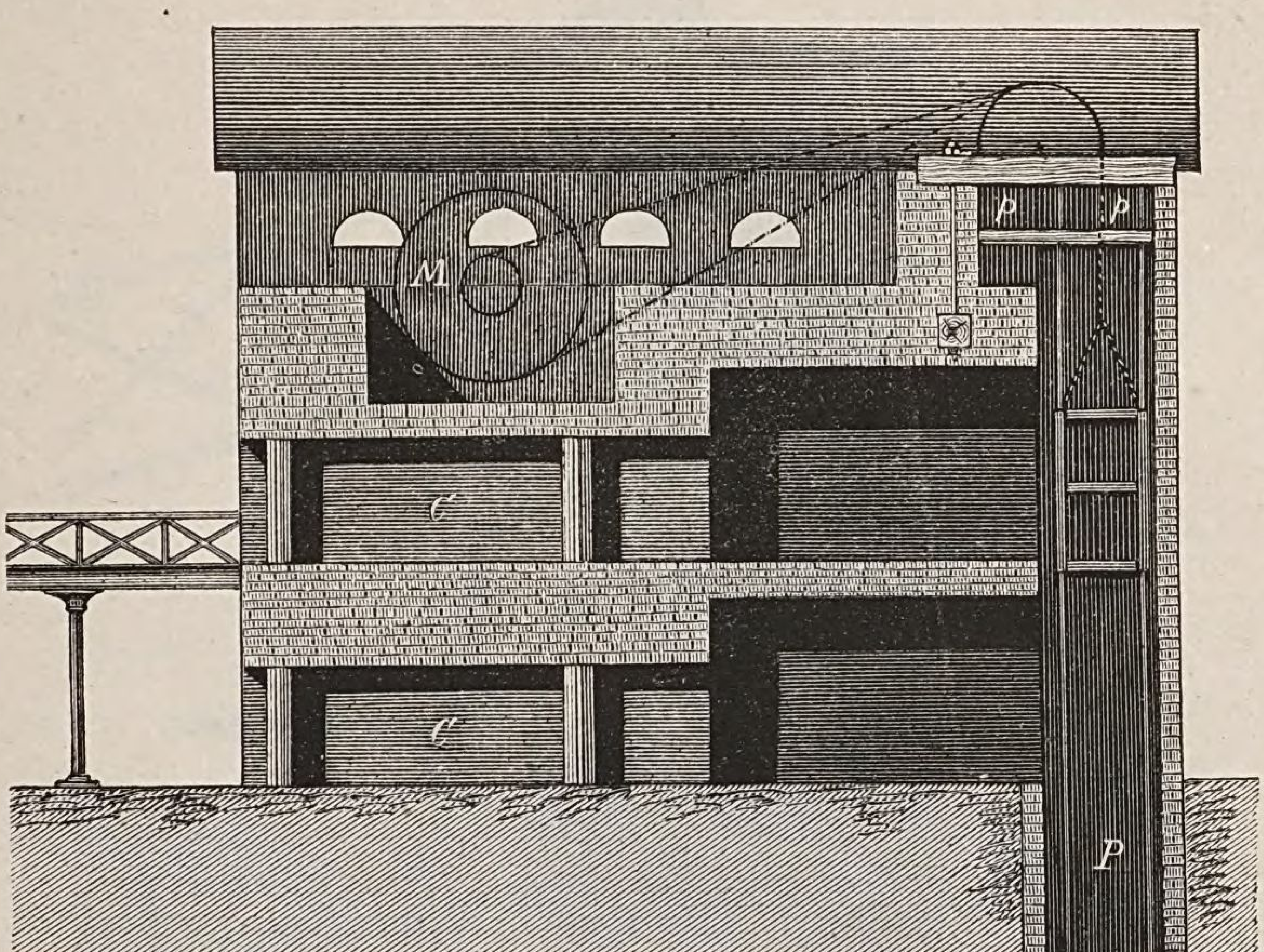
Zur Verminderung der Reibung der Förderseile beim Durchlaufen durch die Deckel dient die in Fig. 340 dargestellte Einrichtung. Das Seil wird in einer kurzen, nach oben und unten sich erweiternden Scheide geführt, um welche eine runde, metallische Scheibe befestigt ist. Die letztere kann sich in der tiefen Nuth eines kreisförmigen Ausschnittes des Deckels hin und her verschieben, also den Schwankungen des Förderseiles nachgeben. Auf diese Weise ist das Seil vor jeder nennenswerthen Reibung bewahrt.

685. Statt durch bewegliche Deckel kann man den Schacht auch durch ein als Schleuse wirkendes Gebäude abschliessen. Das Aus- und Einschieben der Wagen erfolgt dann durch einen mit Thüren versehenen Gang.

Fig. 341 zeigt eine derartige Disposition, welche auf der Grube Marihaye bei Seraing angewendet ist. *P* ist der zur Förderung mit benutzte Wetterschacht. Er ist mit einem Gebäude überbaut, in welchem sich auch die Fördermaschine *M* befindet. Unter den Seilscheiben ist der Schacht durch einen festliegenden Deckel *pp* abgeschlossen, welcher nur die zum Durchgang der Seile erforderlichen

Oeffnungen hat. Das Abziehen und Aufstossen der Wagen in den verschiedenen Etagen der Hängebank erfolgt durch gemauerte und mit Thüren versehene Gänge *CC*.

Fig. 341.

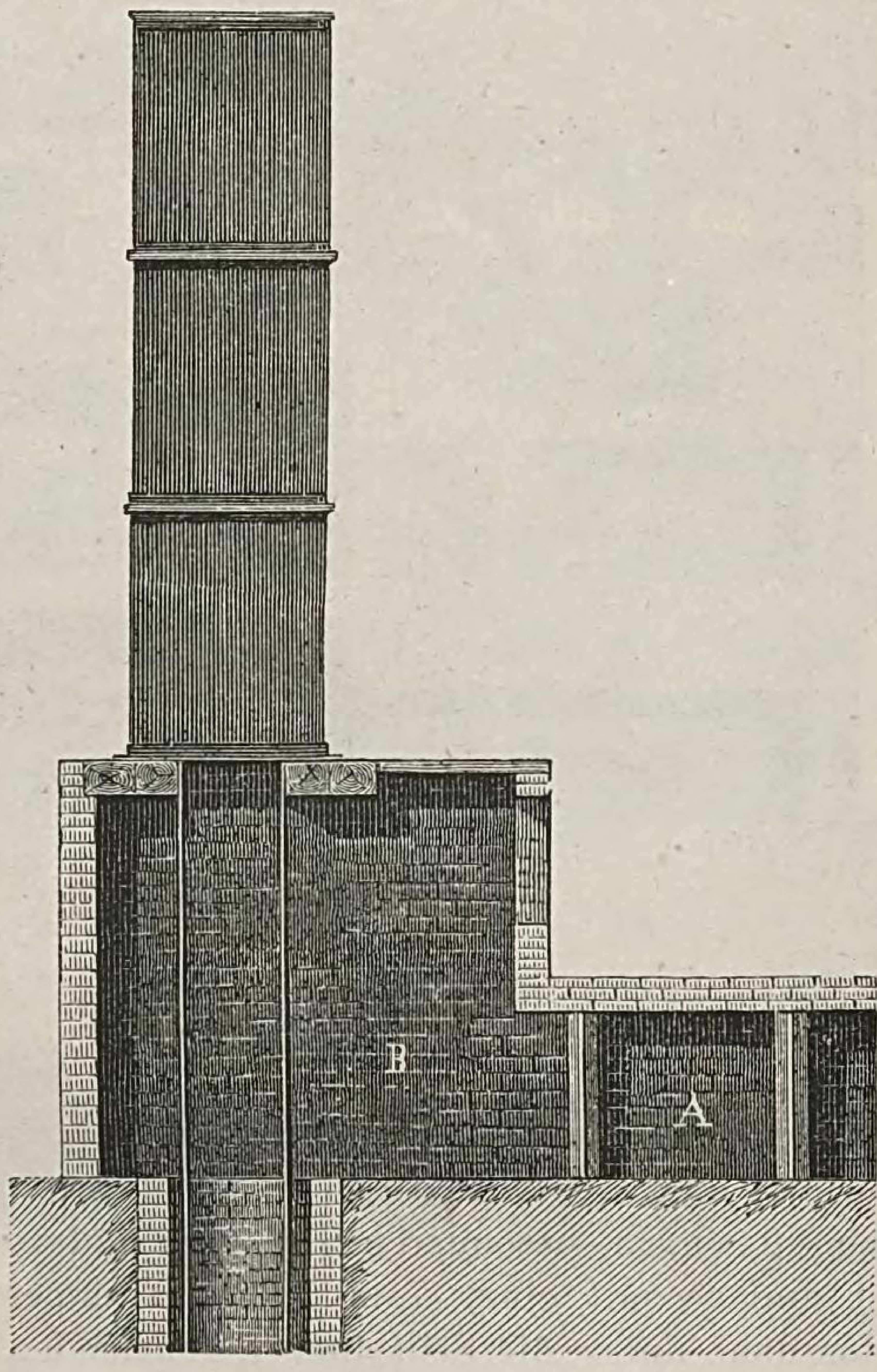


686. Fig. 342 (a. f. S.) giebt eine neuerdings auf der Grube Poirier bei Charleroi getroffene Einrichtung wieder. Das Princip ist bei dieser genau dasselbe, wie bei der vorherigen Disposition, nur ist hier die Fördermaschine in einem besonderen Bauwerk untergebracht. Die Hängebank ist einfach mit einer 7 m hohen Kammer *B* überbaut, welche einen bis nahe unter die Seilscheiben reichenden, 12 m hohen Thurm aus Eisenblech trägt. Derselbe ist oben durch eine dem Briart'schen Schachtdeckel analoge Einrichtung derart verschlossen, dass die Förderseile ziemlich luftdicht und fast ohne Reibung hindurchlaufen. Die Kammer *B* wird durch vier Fenster von doppeltem Glase, welche durch Drahtgitter geschützt sind, erleuchtet. Der Zugang von aussen (*A*) ist durch drei Thüren in eine stets dicht abschliessende Schleuse verwandelt.

687. Eine Art combinirten Systems ist auf einer Grube der Compagnie de Marles angewendet (Fig. 343, a. S. 431). Hier wird, wenn das Fördergerippe sich an der Hängebank befindet und hier bedient wird, der Schacht durch den Boden dieses Gerippes abgeschlossen. Der Briart'sche bewegliche Schachtdeckel, welcher während des Treibens sich auf die Schachtmündung legt, fehlt jedoch und ist dadurch ersetzt,

dass die verticale Schleuse sich in einen bis nahe unter die Seilscheiben reichenden Thurm verlängert, durch dessen oberen Abschlussboden die Förderseile wie durch einen Briart'schen Schachtdeckel hindurchlaufen. Die Hängebank hat, den zweietagigen Fördergerippen

Fig. 342.

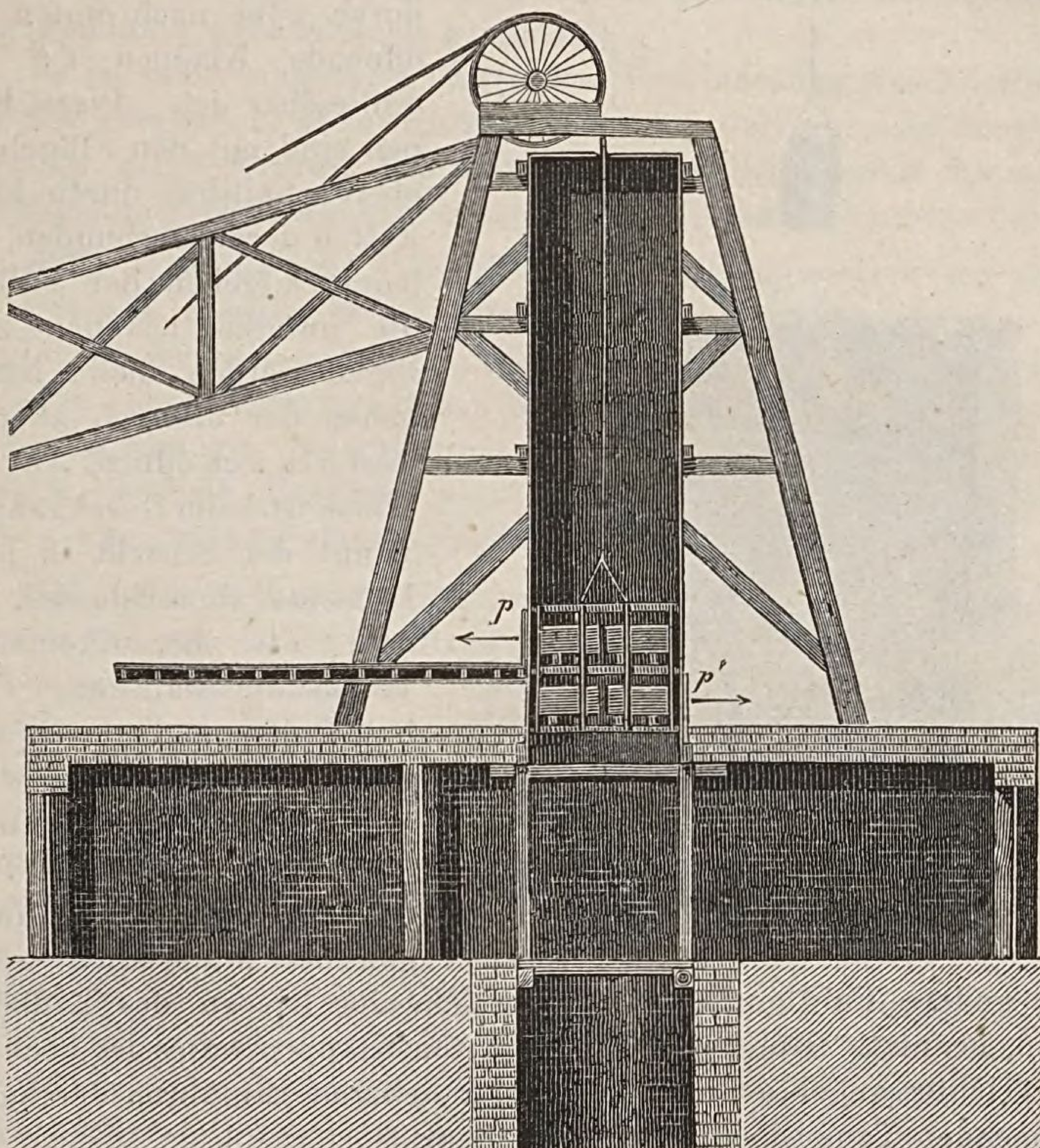


entsprechend, zwei Abziehbühnen, in deren Niveau der Schleusenthurm durch dicht schliessende Thüren p und p' zugänglich ist. Dieselben sind während des Treibens geschlossen und werden nur geöffnet, wenn das betreffende Gerippe oben ist und mit seinem Boden den Schacht abschliesst. Unter den beiden Abziehbühnen für die Kohlenförderung befindet sich im Niveau des Erdbodens eine Anschlagsbühne für Materialien u. s. w., welche mit der äusseren Atmosphäre durch eine horizontale Schleuse von entsprechenden Dimensionen in Verbindung steht.

Die Verlängerung des Schleusenthurmes bis nahe unter die Seilscheiben hat hier, wie in dem vorhergehenden Falle, den Vortheil, dass die Reibung der Förderseile beim Passiren der Abschlussböden wegen der geringeren Schwankungen geringer ist.

Damit sich kein Grubengas in dem oberen Theile des Schleusenthurmes ansammeln kann, führt ein enges Rohr von diesem zum Saugraum des Ventilators.

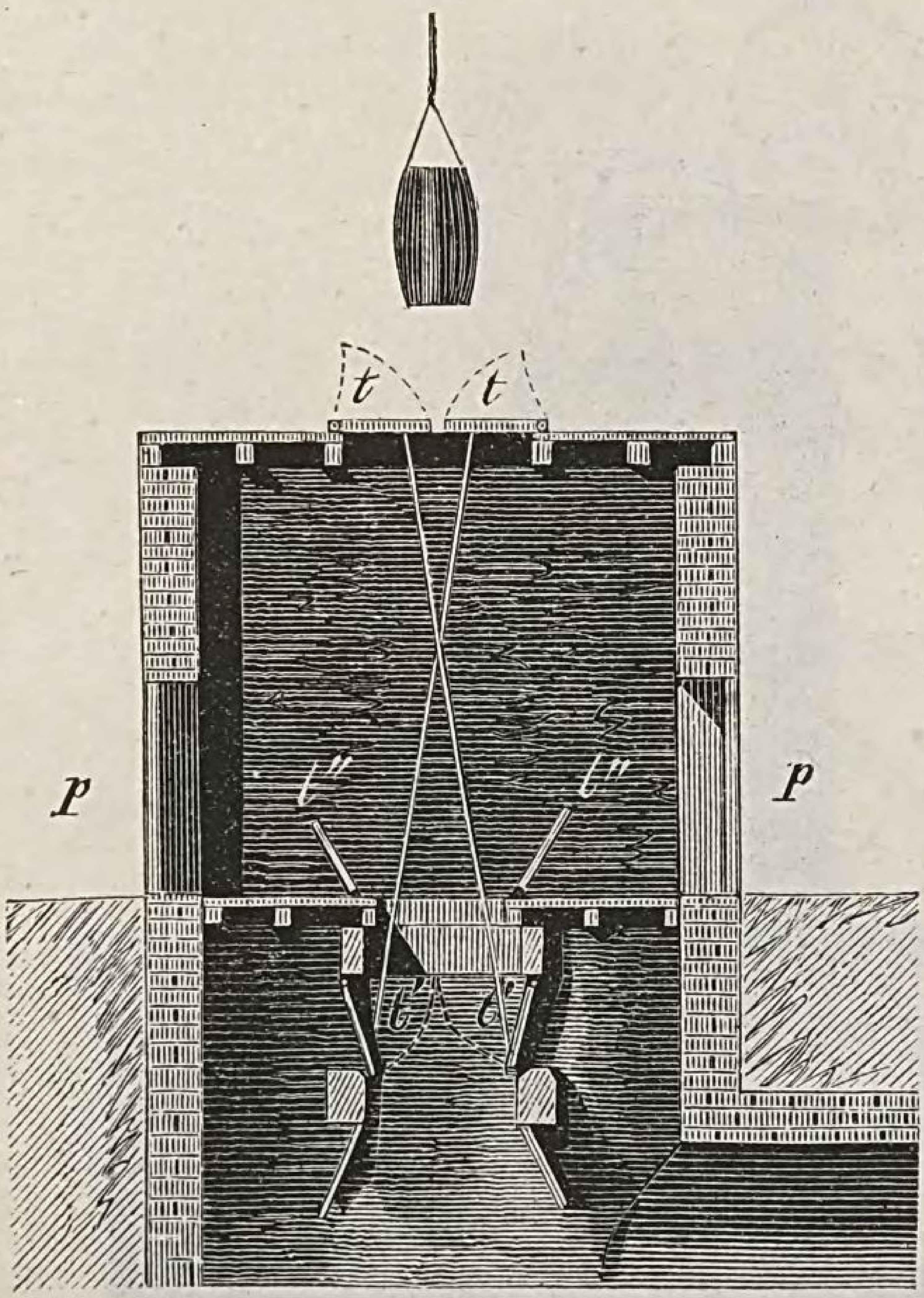
Fig. 343.



688. In dem Capitel vom Schachtabteufen (190) wurde gezeigt, dass es sich oft empfiehlt, den Wetterschacht zum weiteren Niederbringen der anderen Schächte zu benutzen. Die Bergeförderung in dem Wetterschachte erfolgt dann je nach den Umständen entweder bis auf obere Sohlen oder direct bis zur Hängebank. Im letzteren Falle bedarf es, wenn die Förderung mittelst Tonnen geschieht, besonderer Einrichtungen, um auch hierbei den Schacht stets abgeschlossen zu halten. Eine sehr einfache, auf den Gruben zu Marles angewendete Disposition dieser Art ist die in Fig. 343 dargestellte. Die Schachtmündung ist mit einer viereckigen, gemauerten Kammer überbaut, welche auf zwei gegenüberliegenden Seiten je eine Thür *P* hat. Ein Boden aus Eisenblech bedeckt die Kammer, hat aber in der Mitte eine zweiflügelige, abbalancirte Fallthür *tt* zum Durchgang der Tonne. Im

geschlossenen Zustande bieten die Fallthüren ihrerseits wiederum eine Durchgangsöffnung für das Förderseil. Im Niveau der Erdoberfläche befindet sich ein zweiter Boden mit einer der oberen Fallthür entsprechenden Oeffnung, welche durch zwei nach unten sich öffnende Klappen $t' t'$ verschliessbar ist. Diese Klappen sind mit den Flügeln der oberen Fallthür durch kleine Ketten derart verbunden, dass beim Aufgehen der Fallthür die unteren Klappen zugezogen werden, beim Niedergehen der ersteren aber die letzteren sich öffnen. Auf diese Weise ist beim Durchgang der Tonne der Schacht in jedem Momente abgeschlossen. Sobald die heraufkommende Tonne die Fallthür $t' t'$ gehoben hat und durchpassirt ist, schliesst man diese wieder und schiebt einen Wagen darüber, in welchen die Tonne entleert wird. Beim Einhängen der Materialien werden zwei andere Fallthürflügel $t'' t''$, welche im Niveau des Erdbodens liegen, benutzt. Unterhalb des untersten Klappenpaares ist noch eine Art Trichter angebracht, welcher zum sicheren Einführen der heraufkommenden Tonne in die Oeffnung dient.

Fig. 344.



§. 5.

Beleuchtung.

689. Bei schlagwetterfreien Gruben bietet die Beleuchtungsfrage, obgleich sie in Bezug auf die Selbstkosten nicht unwichtig ist, in technischer Hinsicht so gut wie gar kein Interesse. Jeder Arbeiter leuchtet sich entweder mit einem Talglicht oder mit einer Oellampe, welche aus einem Oelbehälter und darin eintauchendem baumwollenen Docht besteht*). Die Arbeiter liefern sich ihr Oel entweder selbst oder erhalten dasselbe von dem Unternehmer täglich nach Maassgabe

*) Diese Oellampe heisst bei den deutschen Bergleuten ebenfalls „Licht“. L.

der Schichtdauer zugemessen. Auf jeden Fall ist es der letztere, welcher, direct oder indirect, die Kosten der Beleuchtung trägt. Man kann annehmen, dass diese Kosten im Durchschnitt die nicht unbeträchtliche Höhe von 5 Proc. des gesammten im unterirdischen Betriebe aufgewendeten Arbeitslohnes erreicht *).

Es ist daher angezeigt, Mittel zur Verhinderung des Missbrauchs und des Vergeudens anzuwenden, wenn das Oel von dem Bergwerksbetreiber geliefert wird. Das beste ist, den Arbeiter selbst für sein Beleuchtungsmaterial sorgen zu lassen und die Kosten indirect zu bezahlen.

690. Obgleich die Beleuchtung bei schlagwetterfreien Gruben nur geringes Interesse erregt, dürfte doch die Frage berechtigt sein, ob denn die so primitiven Grubenlichter sich nicht vervollkommnen lassen, da sie im Allgemeinen viel Rauch und einen üblen Geruch erzeugen und im Verhältniss zum Oelverbrauch schlecht leuchten. Es ist nicht einzusehen, weshalb dieselben nicht überall durch die besseren Glaslampen zweckmässig ersetzt werden sollten.

691. Für schlagwetterführende Gruben ist die Beleuchtungsfrage in ganz anderem Grade wichtig, denn zu dem Kostenpunkte tritt hier die Frage der Sicherheit der Arbeiter, ja der Existenz der Grube.

Man könnte glauben, dass bei genauer Befolgung aller der im ersten Theile dieses Capitels angegebenen Regeln besondere Vorkehrungen hinsichtlich der Beleuchtung überhaupt überflüssig seien, da nach den Principien der Wetterführung alle Grubenbaue so reichlich mit frischer Luft gespeist werden müssen, dass das Grubengas unschädlich wird. Wenn also eine Grube nach allen Regeln der Kunst ventilirt ist, so müsste man, könnte es scheinen, alle Punkte derselben ohne Gefahr mit offenem Lichte betreten können.

Leider ist es durchaus nicht an dem. So gut eine Schlagwettergrube auch ventilirt sein mag, zufällige Ursachen, denen durch keine Vorsichtsmaassregeln begegnet werden kann, können die Atmosphäre an einzelnen Punkten oder sogar in ganzen Theilen der Grube brennbar oder explosibel machen. Solche Ursachen sind:

1. Die sogenannten Bläser und die Grubengaseruptionen aus der Kohle (58), welche beide ganz plötzlich und unvermuthet ungewöhnliche Mengen von Grubengas in die Baue liefern können. Solche Vorkommnisse sind bei vielen Gruben unbekannt, bei manchen aber auch sehr häufig und es scheint bis jetzt kaum möglich, sie durch irgend ein Mittel wirksam zu bekämpfen.

*) In Belgien, wo noch viele billige Arbeitskräfte (Frauen und Jungen) unter Tage verwendet werden, mag das Verhältniss zwischen den Beleuchtungskosten und dem Gesammtlohne die obige Höhe wohl erreichen. In Deutschland dagegen, wo weibliche und jugendliche Arbeiter unter Tage nicht beschäftigt werden, wird jenes Verhältniss sich etwas günstiger stellen (etwa auf 3 bis 4 Proc.). L.

2. Das Austreten von Gasmassen aus dem „alten Mann" (dem abgebauten Felde) bei plötzlicher Abnahme des äusseren Luftdruckes. Dies kann eine Schwängerung des Wetterstromes mit Grubengas zur Folge haben, bevor die Anwendung von Gegenmitteln möglich ist.

3. Die Brüche, welche häufig in den Bauen vorkommen und den Wetterzug in einzelnen Theilen der Grube verschwächen oder sogar ganz unterbrechen können.

4. Offenlassen von Wetterthüren oder falsches Reguliren der Schieberthüren, wie solches in Folge von Fahrlässigkeit, Unverstand oder Böswilligkeit der Arbeiter vorkommen kann.

5. Betriebsstörungen am Ventilationsmotor, welche den Wetterwechsel plötzlich verschwächen oder unterbrechen können.

Ausser diesen Zufälligkeiten darf auch nicht übersehen werden, dass die fortlaufende Grubengasentwickelung aus einem Arbeitsstosse keine gleichmässige ist, sowie, dass die innige Vermischung des Grubengases mit der Luft eine gewisse Zeit beansprucht.

Auch ist der jetzt ausser Zweifel gestellte Einfluss des Kohlenstaubes zu berücksichtigen. Es geht nämlich aus den vor wenigen Jahren in England gemachten Versuchen hervor, dass, wenn auch der Staub selbst nicht entflammbar ist *), doch die Gegenwart einer äusserst geringen Menge (1 Proc.) Grubengas hinreicht, um eine mit Kohlenstaub beladene Atmosphäre entflammbar oder explosibel zu machen. Dieses Verhältniss ist aber, mag der Wetterzug noch so lebhaft sein, wohl in allen irgend schlagwetterreichen Gruben an vielen Punkten überschritten. Man fragt sich, ob nicht auf diese Weise die schrecklichen Katastrophen zu erklären sein möchten, von denen öfters auch solche Gruben heimgesucht werden, welche scheinbar ganz ausreichend ventilirt waren und in denen die Lampen noch unmittelbar vorher keine Spur von Gefahr anzeigten.

692. Aus den vorstehenden Betrachtungen ergiebt sich, dass der Betrieb schlagwetterführender Gruben ohne die Anwendung sogenannter Sicherheitslampen nicht möglich ist. Diese Lampen werden den eigentlichen Gegenstand des gegenwärtigen Paragraphen bilden.

693. Vor der Erfindung der Sicherheitslampen, also vor nicht allzu langer Zeit, konnte auf schlagwetterführenden Flötzen nur ein sehr beschränkter Betrieb stattfinden, bei welchem die Arbeiter noch dazu einer beständigen Gefahr ausgesetzt waren. Bevor sich die Arbeiter des Morgens an ihre Arbeitspunkte begaben, mussten die

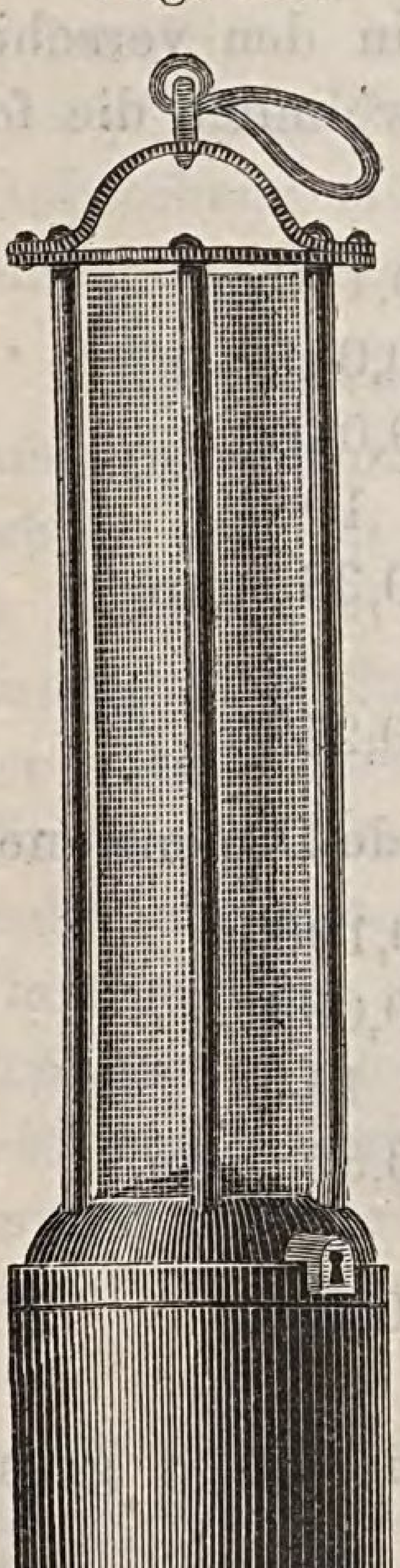
*) Die umfangreichen Versuche der von der preussischen Regierung berufenen Commission haben ergeben, dass gewisse Kohlenstaubsorten unter gewissen Bedingungen auch bei gänzlicher Abwesenheit von Grubengas explosibel sind (vergl. die Anmerkung S. 47). L.

Schlagwetter, welche sich etwa dort angesammelt hatten, durch Anzünden entfernt werden. Besondere Arbeiter, sogenannte Feuermänner, fuhren vor den anderen ein und zündeten durch ein am Ende einer langen Stange befestigtes Licht die Schlagwetter an, wobei sie sich so gut wie möglich vor der Flamme und der Explosionswirkung schützten. Die Gefährlichkeit dieses Verfahrens liegt auf der Hand, ganz abgesehen von dem Uebelstande, dass die Schlagwetter durch die giftigen Nachschwaden ersetzt wurden.

Man versuchte auch, die Abbaustösse durch starke Reflectoren von weitem zu beleuchten oder statt des brennenden Lichtes die von einem rotirenden Stahlrade durch Reibung an einem Feuersteine hervorgebrachten Funken zu benutzen. Natürlich war damit keine praktische und definitive Lösung der Aufgabe gefunden.

694. Die Erfindung des berühmten Davy im Jahre 1816 veränderte die Sachlage vollständig. Angetrieben durch die häufigen Unglücksfälle, welche in den schlagwetterführenden Gruben seines Vaterlandes vorkamen, unternahm es jener Gelehrte, die Eigenschaften des Grubengases und seiner Mischungen mit Luft durch Experimente aufs Eingehendste zu studiren. Im Verlaufe dieser Untersuchungen fand er, dass die Flamme eines Gemenges von Grubengas und Luft durch enge Röhren nicht hindurchgeht und dass in Folge dessen die Entzündung durch solche Röhren sich nicht fortzupflanzen vermag. Indem Davy seine Experimente nach dieser Richtung hin fortsetzte, constatirte er zunächst bei gelochten Blechen, dann bei Drahtgeflechten die Eigenschaft, die Flamme abzuschneiden und die Fortpflanzung der Entzündung auf die andere Seite zu verhindern.

Fig. 345.



Gestützt auf diese Thatsache construirte Davy die erste Sicherheitslampe, welche nach ihm die Davy'sche heisst und noch gegenwärtig stellenweise in Anwendung steht.

695. Die gewöhnliche Davy'sche Lampe, wie sie vorzugsweise in England noch im Gebrauch zu finden ist (Fig. 345), besteht aus einem Oelbehälter von Weissblech, auf welchen ein auf einem Metallring sich erhebender Drahtnetzcylinder aufgeschraubt wird. Im oberen Theile des letzteren ist das Drahtnetz gewöhnlich doppelt, um der Erhitzung durch die Verbrennungsgase besser zu begegnen. Der Drahtcylinder ist gegen äussere Beschädigungen mehr oder weniger geschützt durch eine Garnitur von verticalen, oben durch eine metallene Kappe zu-

sammengefassten Stäben. An der Kappe sitzt der Ring oder Haken, an welchem die Lampe getragen wird.

In den Oelbehälter taucht ein flacher oder runder Docht, welcher durch einen auf den Behälter aufzuschraubenden Dochthalter hindurchgeht. Um ohne Oeffnen der Lampe den Docht je nach Bedürfniss höher oder niedriger einstellen zu können, geht ein enges Röhrchen in verticaler Richtung durch den Oelbehälter hindurch und umgiebt einen an beiden Enden hakenförmig gebogenen Eisendraht.

Der untere, unter dem Boden der Lampe befindliche Haken dient zum Handhaben des Drahtes, der obere, in der Höhe des Dochtendes befindliche dient als Putzer und zum Auf- und Abziehen des Dochtes.

696. Die hier beschriebene ursprüngliche Davy-Lampe war auch in Belgien vor der Königlichen Verordnung vom 14. Juni 1876, betreffend die Beleuchtung in schlagwetterführenden Gruben, vielfach in Anwendung. In Deutschland wird sie kaum noch anders als zur Untersuchung der Baue auf etwaige locale Ansammlungen schlagender Wetter in solchen Gruben, wo wegen der ganz geringen Grubengasentwickelung noch bei offenen Lichtern gearbeitet wird, benutzt.

697. Die Dimensionen der Davy-Lampe sind in den verschiedenen Ländern verschieden. In England hat man gewöhnlich die folgenden:

Höhe des Drahtcylinders	0,150 m
Oberer Durchmesser	0,035 „
Unterer Durchmesser	0,040 „
Anzahl der Maschen pro qcm	196
Durchmesser des Drahtes	0,36 mm
Verhältniss der Oeffnungen zur Gesammtfläche des Drahtnetzes	0,259

Zu Saint-Etienne haben die Davy-Lampen folgende Dimensionen:

Höhe des Drahtcylinders	0,190 m
Durchmesser	0,068 „
Anzahl der Maschen pro qcm	144
Durchmesser des Drahtes	0,35 mm
Verhältniss der Oeffnungen zur Gesammtfläche des Drahtnetzes	0,430

698. Der Davy'schen Sicherheitslampe haften einige grosse Uebelstände an.

Ihre Leuchtkraft ist sehr schwach, weil das Drahtgeflecht das Licht der Flamme im Verhältniss von etwa 1 zu 0,30 oder 0,35 verschwächt.

Ausserdem zeigte sich bald nach Einführung der Davy'schen Lampen, dass dieselben nur eine bedingte Sicherheit darbieten. Wenn sie eine Zeit lang von einem Gemisch von Luft und Grubengas umgeben bleiben, so wird schliesslich das Drahtnetz rothglühend und hindert dann nicht mehr die Fortpflanzung der Entzündung nach aussen. Die Eigenschaft der Drahtnetze, die Fortpflanzung der Flamme zu verhindern, beruht nämlich auf der Abkühlung, welche die Gase beim Passiren der Maschen erleiden. Es ist daher leicht zu begreifen, dass jene Eigenschaft aufhört, wenn das Drahtnetz bis zur Rothgluth erhitzt ist.

Endlich haben äusserst interessante, später näher zu betrachtende Untersuchungen gezeigt, dass die Davy-Lampe keine Sicherheit mehr bietet, wenn sie in ein mit einer gewissen Geschwindigkeit sich bewegendes explosives Gemisch gebracht wird. Die Flamme der in der Lampe brennenden Gase wird dann gewissermaassen durch die Maschen des Drahtnetzes hindurchgeschleudert. Die Davy'sche Lampe lässt die Flamme eines explosiven Gemisches von Luft und Grubengas schon austreten, wenn dieses eine Geschwindigkeit von 1,70 m in der Secunde erreicht.

699. Das Bestreben, diese Uebelstände der Davy'schen Lampe zu beseitigen, hat eine grosse Anzahl anderer, aber sämmtlich auf dem Davy'schen Principe beruhender Lampensysteme ins Dasein gerufen. Nachstehend mögen die in den einzelnen Ländern verbreitetsten beschrieben werden.

700. Die Clanny'sche Lampe. — Diese in England, Deutschland und Frankreich noch sehr verbreitete Lampe stand vor einigen Jahren auch in dem belgischen Kohlendistricte Hainaut fast allgemein in Anwendung. Sie wurde dort als „Steigerlampe" oder „Müseler-Lampe ohne Schornstein" bezeichnet. Bei ihr (Fig. 346, a. f. S.) ist der untere Theil des Drahtnetzes durch einen dicken, von verticalen Eisen- oder Messingstäben geschützten Glascylinder ersetzt. Die Lampe giebt in Folge dessen mehr Licht als die Davy'sche und lässt, da die Flamme nicht direct dem Wetterstrome ausgesetzt ist, ein bewegtes, explosives Gemenge von Grubengas und Luft nicht so leicht durchschlagen. Ihre Sicherheit ist jedoch, wie wir später sehen werden, immer noch keine absolute. Auch ist das Glas, da es von der Flamme direct erhitzt wird, dem Zerspringen ausgesetzt*).

*) Bei der eigentlichen Clanny-Lampe geschieht die Luftzuführung von unten. Lässt man die betreffenden Zutrittsöffnungen fort, so tritt die Luft durch den unteren Theil des Drahtcylinders ein und fällt längs der Innenwand des Glascylinders zur Dochtflamme hinab. Dies ist die Construction der auf den fiskalischen Gruben bei Saarbrücken allgemein gebräuchlichen sogenannten Saarbrücker Lampe. L.

701. Die Stephenson'sche Lampe. — Diese ebenfalls in England heimische Lampe ist in Fig. 347 im Durchschnitt dargestellt. Sie ist grösser als die Clanny'sche und unterscheidet sich von dieser dadurch, dass sich durch den ganzen Drahtcylinder im Innern ein Glascylinder erhebt, welcher oben durch ein feingelochtes Kupferblech bedeckt ist. Die Verbrennungsluft tritt durch eine Reihe unter dem Cylinder in dem Metallringe vorhandener kleiner Löcher zu der Dochtflamme. Damit die Lampe gut brenne, ist es wichtig, sie in senkrechter Stellung zu halten oder aufzuhängen und darauf zu achten, dass Oel und Kohlenstaub nicht die Luftzuführungsöffnungen verstopfen. Der Glaseinsatz hat den Zweck, das Drahtnetz vor der Wirkung der Flamme zu schützen. Wenn er zerspringen sollte, kann die Lampe noch mit Sicherheit weiter functioniren.

Fig. 346.

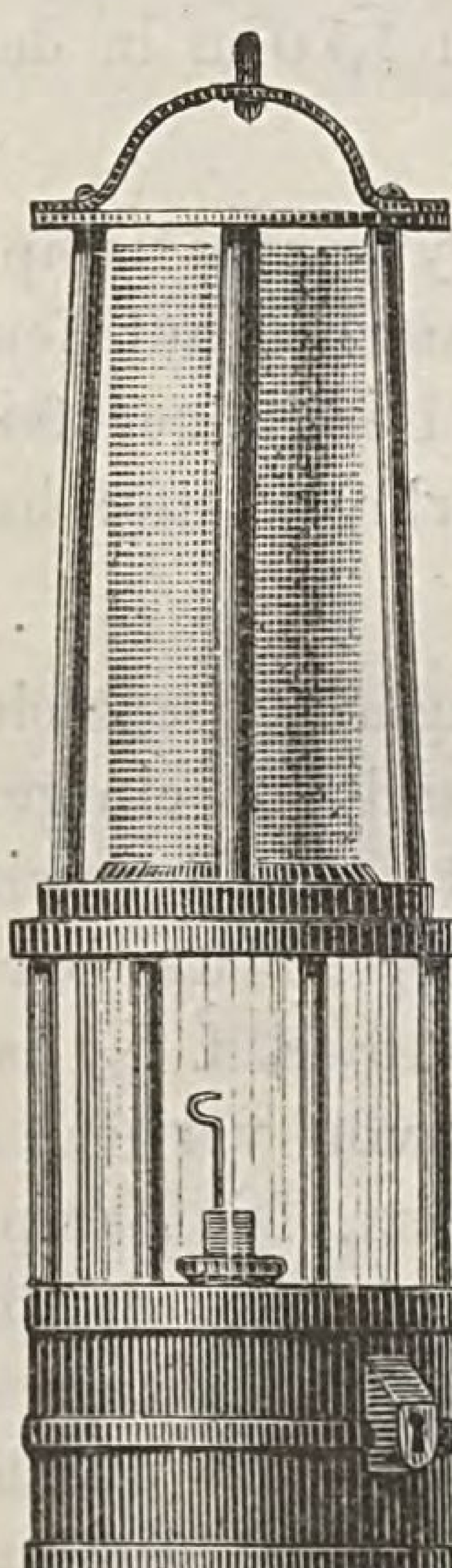


Fig. 347.

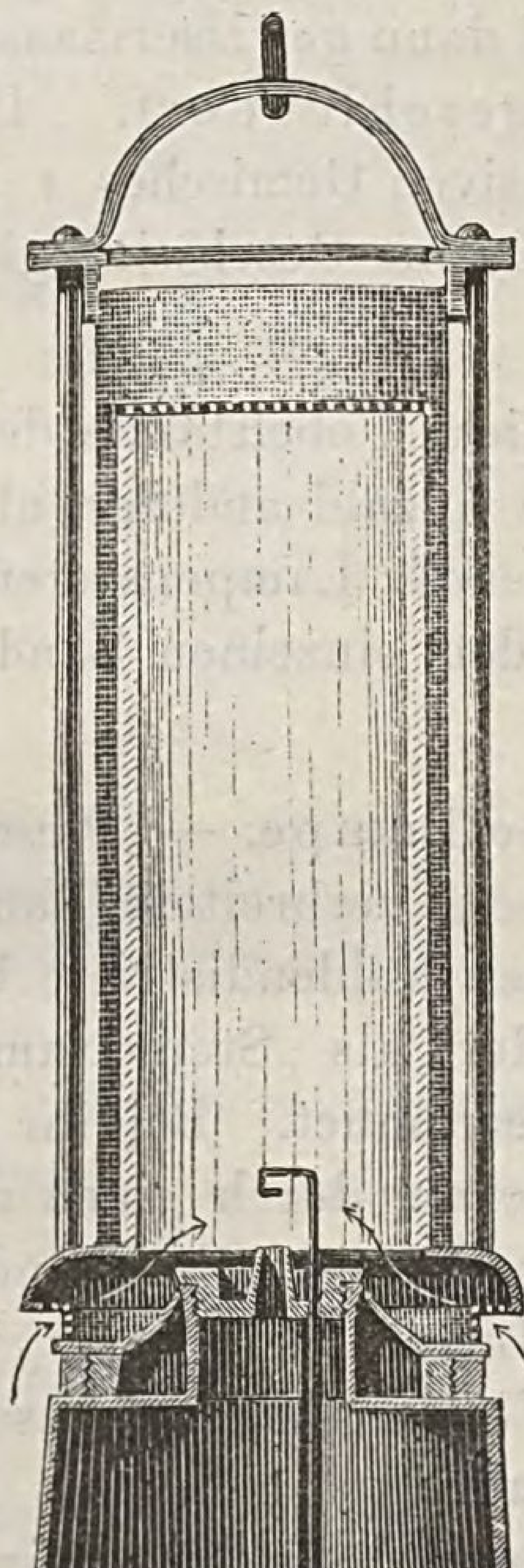
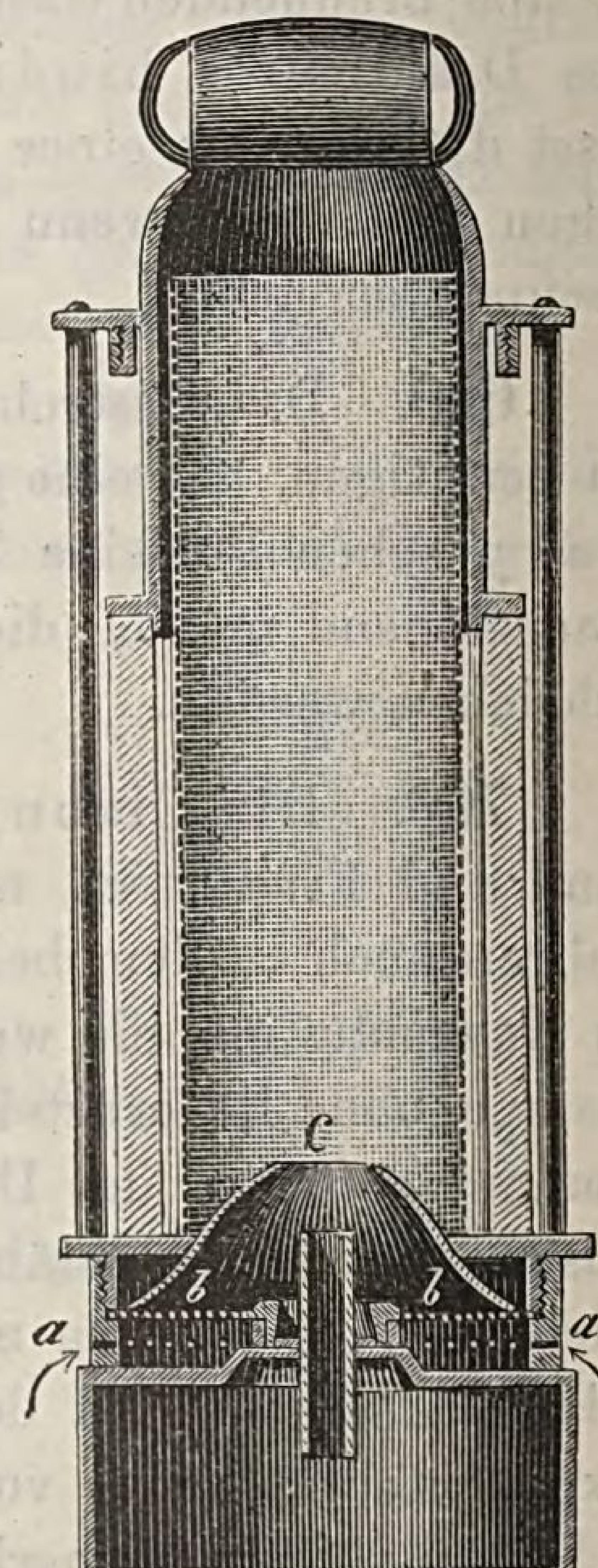


Fig. 348.



702. Die Lampe von Upton und Roberts. — Hier befindet sich der Drahtcylinder innen und der Glascylinder aussen (Fig. 348). Letzterer hat den Zweck, das Heraustreiben der Schlagwetterflamme durch den Wetterstrom zu verhüten. Der Glascylinder reicht bis zur halben Höhe oder bis zum oberen Drittel des Drahtcylinders, dessen übriger Theil von einem mit dem äusseren Schutzgestelle verschraubten Messingcylinder eingehüllt wird. Der Glascylinder ist somit zwischen

dieser Messingschraube und dem Oelbehälter eingeklemmt. Nöthigenfalls werden noch Tuchringe zwischengelegt. Die Verbrennungsluft tritt durch einen Kranz kleiner Löcher *aa* über dem Oelbehälter ein, und zwar zunächst in einen Raum, welcher von dem oberen Lampeninnern durch ein doppeltes horizontales Drahtgeflecht *bb* getrennt ist. Durch dieses erst gelangt sie, geleitet durch den Metallconus *c*, zu der Dochtflamme.

703. Die Müseler'sche Lampe. — Die Lampe von Müseler ist in Belgien seit der Königlichen Verordnung vom 17. Juni 1876 die

Fig. 349.

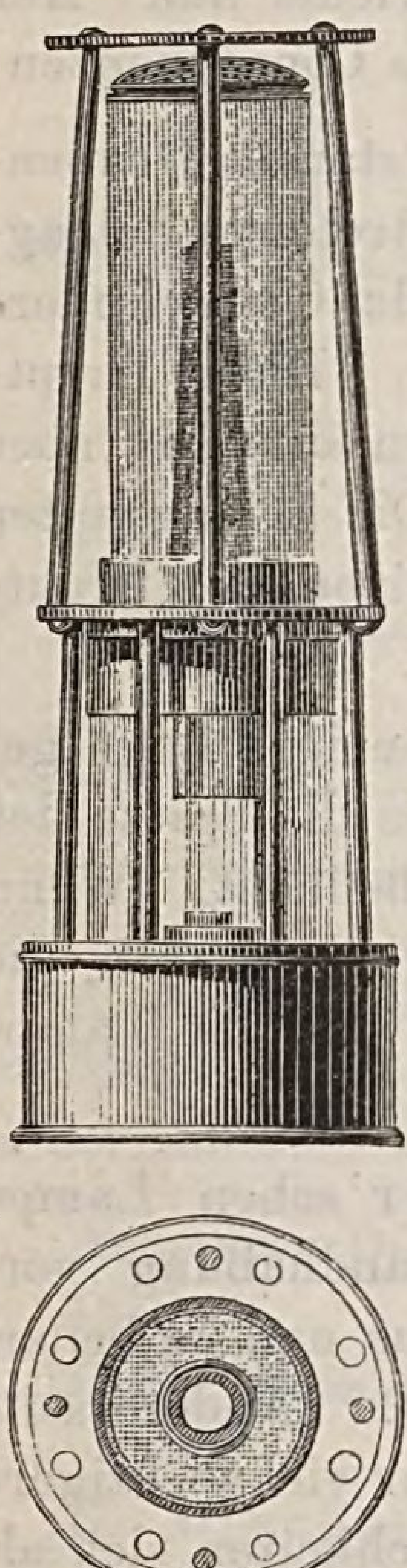


Fig. 350.

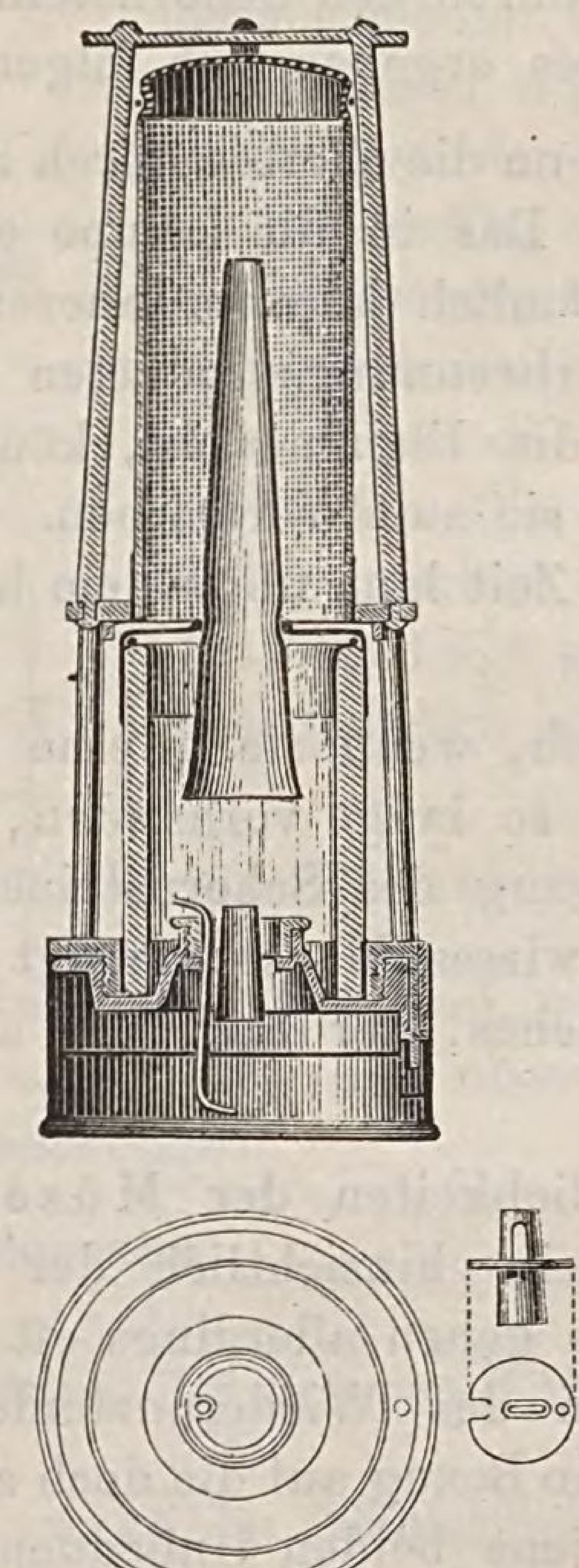
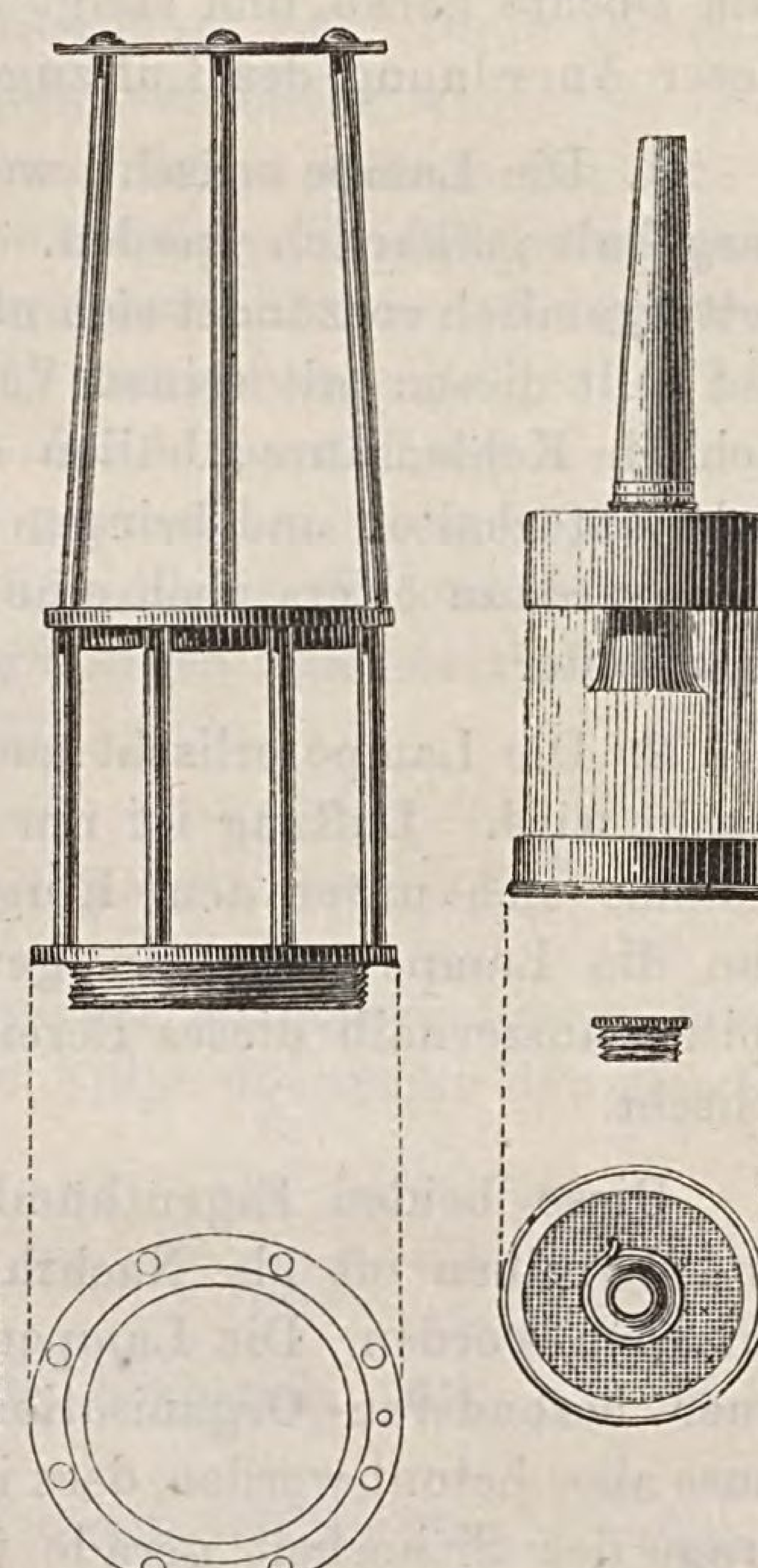


Fig. 351.



einzige, welche in Schlagwetter führenden Gruben im Gebrauche steht, wenn man von einzelnen besonderen Fällen, in welchen auch noch bestimmte andere Systeme gestattet sind, absieht.

Fig. 349 giebt eine Gesammtansicht dieser Lampe, deren Details in den Figuren 350 und 351 dargestellt sind. Sie besteht aus dem Oelbehälter mit Dochthalter und Schürhaken, auf welchem ersteren ein Glascylinder steht. Dieser ist oben mit einem horizontalen Drahtnetz bedeckt, welches mittelst eines messingenen Ringes deckelartig auf den Cylinder aufgesetzt wird. Durch dieses Drahtnetz geht ein conischer, unten aufgeweiteter Blechschornstein hindurch, dessen unterer

Rand sich in einer gewissen Tiefe unterhalb des horizontalen Drahtnetzes befindet.

Das horizontale Drahtnetz und der Schornstein sind von einem oben geschlossenen Drahtnetzcylinder überdeckt. Das Ganze wird von einer metallischen, auf den Oelbehälter aufgeschraubten Armatur zusammengehalten, welche auf der rechten Seite von Fig. 350 dargestellt ist.

704. Die Verbrennungsluft tritt bei der Müseler'schen Lampe durch den Drahtcylinder ein, fällt durch das verticale Drahtnetz bis zum Dochte herab und steigt durch den Schornstein wieder auf. Aus dieser Anordnung des Luftzuges ergeben sich folgende Consequenzen:

1. Die Lampe erlischt, wenn die Wetter durch zu starken Grubengasgehalt gefährlich werden. Das in die Lampe eintretende Schlagwettergemisch entzündet sich nämlich dann im Inneren des Glascylinders und füllt diesen mit seinen Verbrennungsproducten an. Diese, hauptsächlich Kohlensäure, hüllen die Flamme ein, können dieselbe aber nicht unterhalten und bringen sie zum Verlöschen. Die Schlagwetter brennen dann öfters noch eine Zeit lang unter dem horizontalen Drahtnetz weiter.

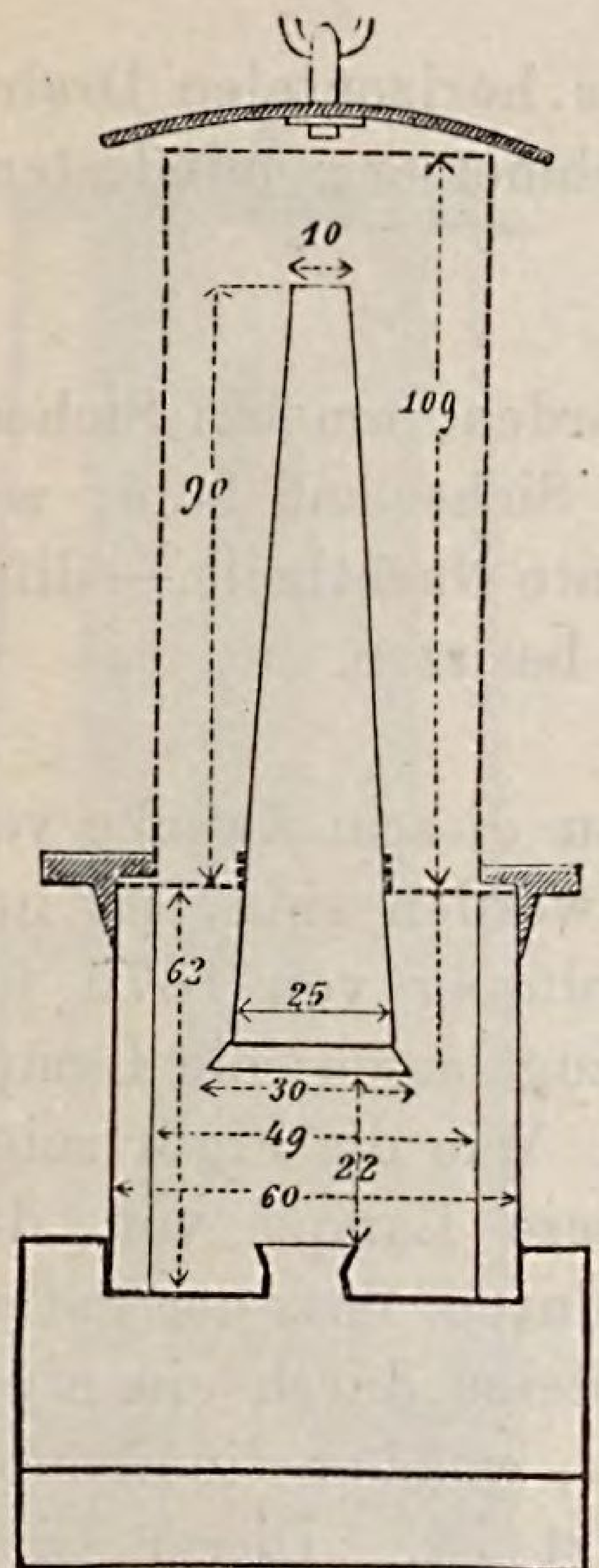
2. Die Lampe erlischt auch, wenn sie in eine geneigte Lage gebracht wird. Luftzug ist nur so lange vorhanden, als die Spitze der Flamme sich unter dem Eingang des Schornsteines befindet. Wenn nun die Lampe über ein gewisses Maass geneigt wird, geräth die Spitze ausserhalb dieses Bereiches, der Zug hört auf und die Lampe erlischt.

Diese beiden Eigenthümlichkeiten der Müseler'schen Lampe sind derselben oft als Nachtheile hinsichtlich der Handhabung vorgeworfen worden. Die Lampen gehen allerdings oft aus und es bedarf einer besonderen Organisation des Wiederanzündens. Andererseits muss aber betont werden, dass in Bezug auf die doch sehr viel wichtigere Frage der Sicherheit gerade jene beiden Unbequemlichkeiten sich als grosse Vorzüge erweisen. Wenn die Lampe in einer entflammbaren Atmosphäre erlischt, so verschwindet eben hierdurch auch die Gefahr der Explosion. Wenn die Lampe bei zu starker Neigung erlischt, so ist eine ungleichmässige Erhitzung des Glascylinders und ein dadurch herbeigeführtes Zerspringen desselben ausgeschlossen. Auch hiermit ist eine der hauptsächlichsten, den anderen Lampen verbleibenden Gefahren beseitigt.

Uebrigens darf man dem Vorwurf der Unbequemlichkeit wegen des leichten Erlöschens auch an sich nicht zu viel Werth beimessen. Die Arbeiter erlangen sehr bald so viel Geschicklichkeit in der Handhabung der Lampen, dass der Uebelstand fast ganz verschwindet.

705. Ein ernsterer Nachtheil der Müseler'schen Lampe liegt in ihrer geringen Leuchtkraft. Damit die Lampe jede gewünschte Sicherheit gewähre, ist es erforderlich, dass der Blechschornstein ziemlich tief unter das horizontale Drahtnetz herabreicht, so dass er einen Theil der Flamme überdeckt.

Fig. 352.



706. Für die verschiedenen Theile der Müseler'schen Lampe giebt es bestimmte Dimensionen, bei deren Innehaltung die Sicherheit ein Maximum ist. Diese Dimensionen sind durch zahlreiche Versuche ermittelt worden und finden sich in der schematischen Fig. 352, welche die in Belgien polizeilich vorgeschriebene Lampe „Müseler-type" darstellt, angegeben. Folgendes ist ausserdem die Zusammenstellung der betreffenden Dimensionen, wie sie in der zu der belgischen Königlichen Verordnung vom 17. Juni 1876 gehörigen Ministerial-Instruction gegeben ist:

Lampe Müseler-type.

A. Glas. Cylindrischer Glasmuff, welcher an seinen Enden mit metallischen Tüllen armirt ist. Die obere Tülle überdeckt den Rand des horizontalen Drahtnetzes:

Aeusserer Durchmesser	60	mm
Dicke	5,5	„
Höhe, einschliesslich der unteren Tülle, höchstens	62	„

B. Blechschornstein. Conisches, unten trichterförmig aufgeweitetes Rohr:

Innerer Durchmesser oben höchstens	10	mm
„ „ unten „	30	„
Innerer Durchmesser an der Stelle, wo die Aufweitung beginnt	25	„
Höhe über dem horizontalen Drahtnetz	90	„
Höhe unter dem horizontalen Drahtnetz, einschliesslich des trichterförmig aufgeweiteten Theiles . .	27	„
Höhe des trichterförmig aufgeweiteten Theiles . .	6	„
Höhe des unteren Randes des Schornsteins über dem oberen Rande des Dochthalters	22	„

C. Haube von Drahtgeflecht. Geschlossene, nahezu cylindrische Hülle oberhalb des Glascylinders:

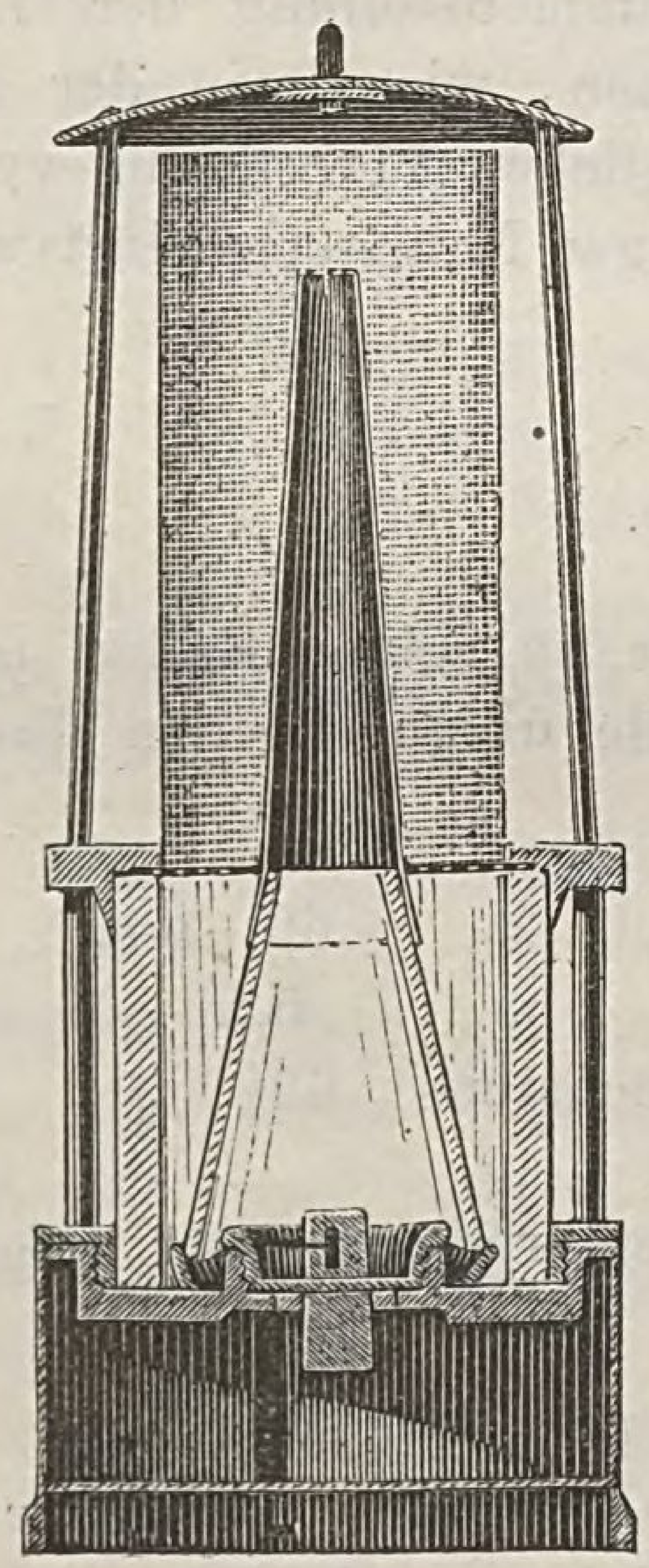
Höhe 109 mm.

D. Drahtgeflechte (der Haube und des horizontalen Drahtnetzes). Draht von mindestens $^1/_3$ mm Durchmesser; mindestens 144 Maschen pro Quadratcentimeter.

707. Zahlreiche Versuche sind gemacht worden, um ein Sicherheitslampen-System zu finden, welches dieselbe Sicherheit böte, wie die Müseler'sche Lampe, ohne deren oben genannte Nachtheile — difficile Handhabung und geringe Leuchtkraft — zu besitzen.

708. Unter den vielen Systemen, welche zu diesem Zwecke von der belgischen Regierungs-Commission probirt worden sind, ist nur eines durch die Verordnung von 1876 für die Aufsichtsbeamten zugelassen: die Lampe von Godin (Fig. 353). Wie die Figur zeigt, unterscheidet sich diese Lampe von der Müseler'schen nur dadurch, dass der untere Theil des Blechschornsteins durch einen conischen Kamin von Glas, welcher die Flamme ganz überdeckt, ersetzt ist. Dieser Glaskamin ruht auf drei kleinen Stützen, welche zwischen sich die nöthige Verbrennungsluft durchlassen.

Fig. 353.



Der Luftzug vollzieht sich demnach gerade so, wie bei der Müseler'schen Lampe, und der Effect hinsichtlich der Sicherheit ist derselbe. Ausserdem aber bietet die Godin'sche Lampe vor der Müseler'schen folgende Vortheile: 1) Man kann sie neigen, ohne dass sie erlischt, da die Flammengase niemals neben den Schornstein kommen können; 2) Ihre Leuchtkraft ist grösser, da der metallene Theil des Schornsteins nicht unter das horizontale Drahtnetz herabreicht und daher die ganze Flamme unverdeckt bleibt; 3) das innere Glas schützt den äusseren Glascylinder, dessen Erwärmung kaum merklich ist.

709. Für gefährliche Orte schreibt die belgische Verordnung eine andere Anordnung von Godin vor, bei welcher der Glasconus durch einen Drahtnetzconus ersetzt ist (Fig. 354), oder eine combinirte Disposition von Arnould und Godin, bei welcher der untere Rand des

inneren Glasconus, statt durch einfache Stützen getragen zu sein, auf einer isolirenden Gallerie von Drahtgeflecht aufsitzt (Fig. 355).

Fig. 354.

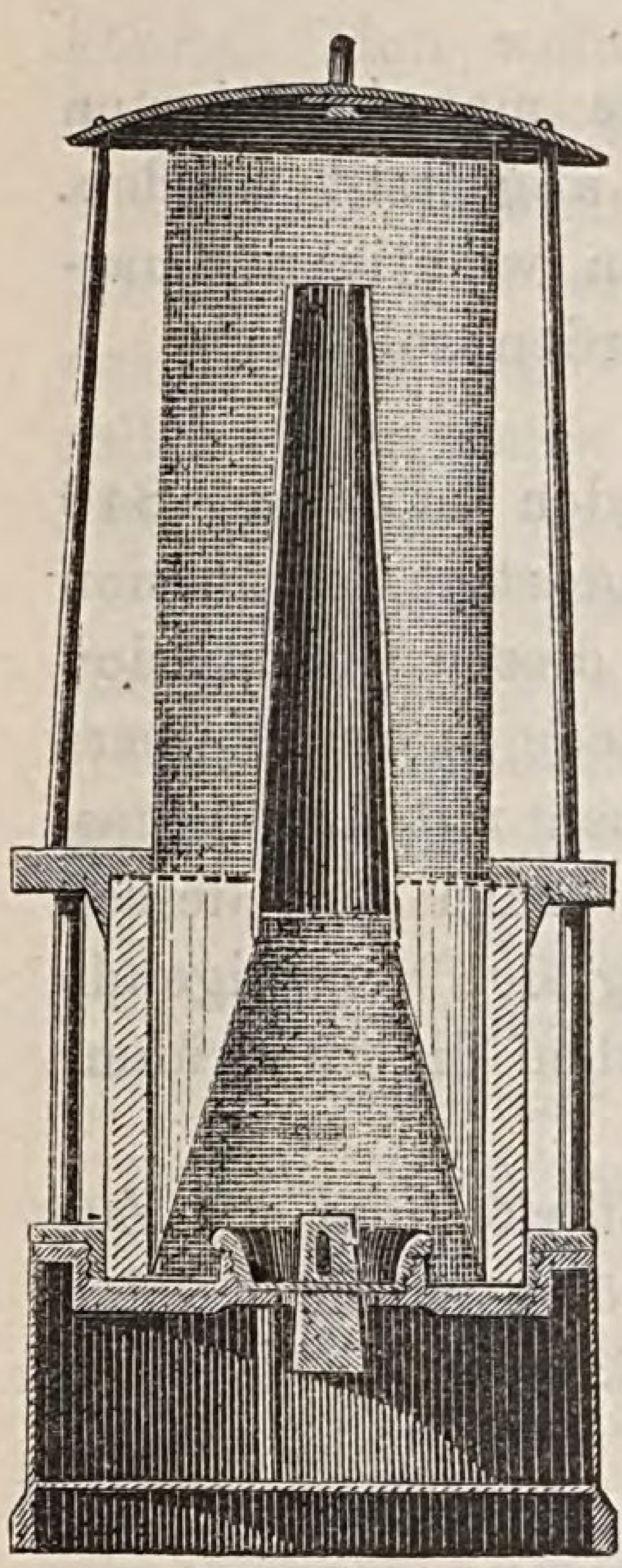


Fig. 355.

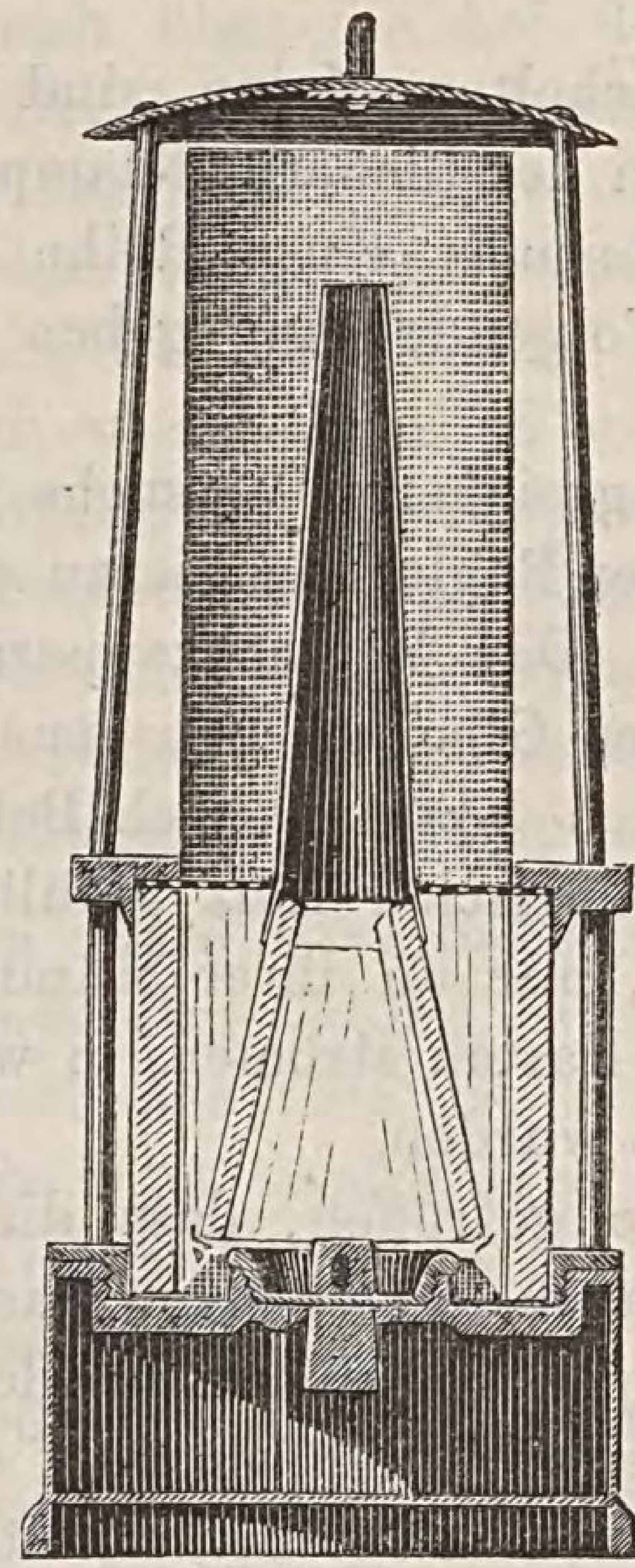
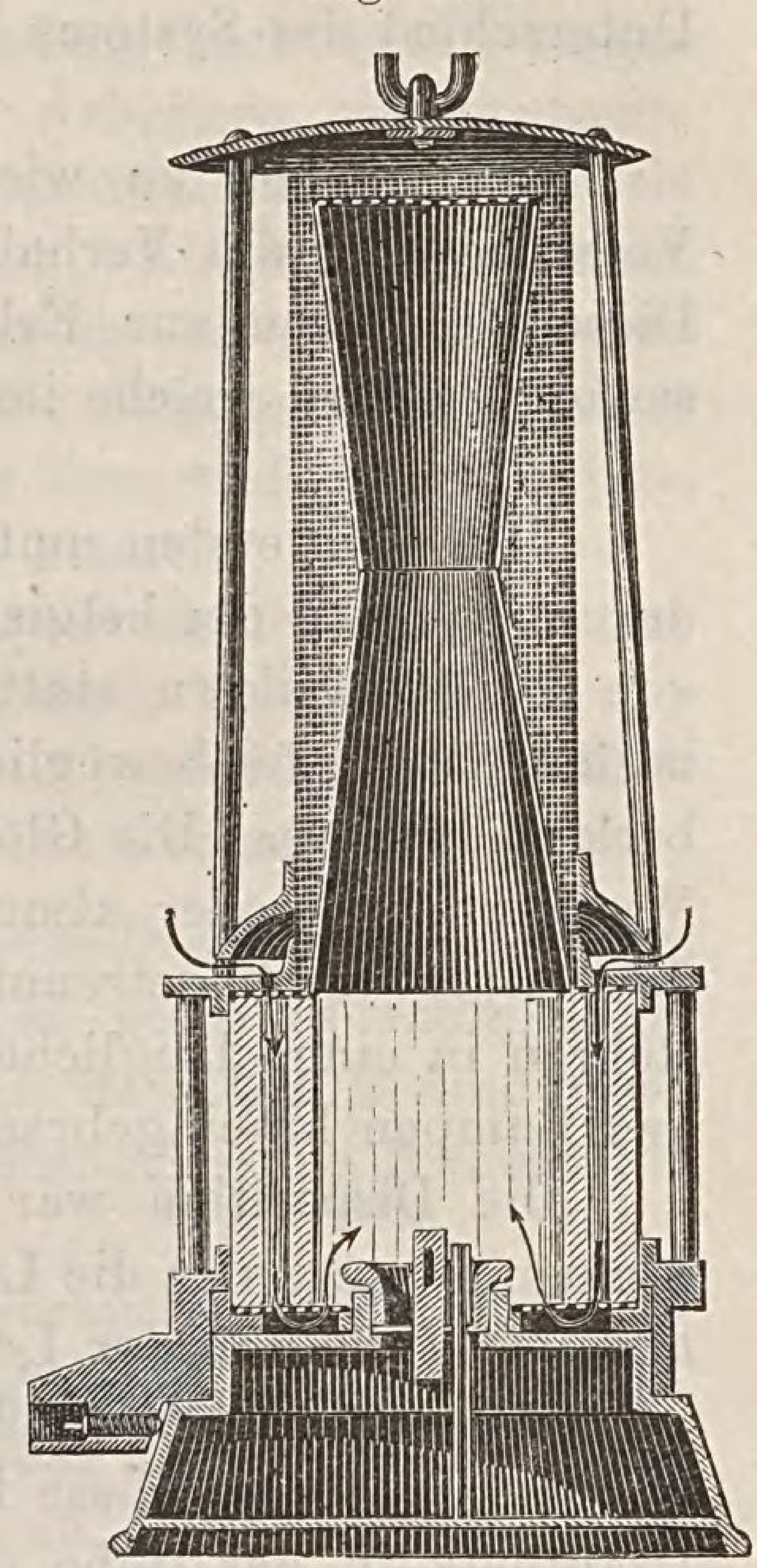


Fig. 356.



710. Zum Schluss dieser Betrachtung der verschiedenen Sicherheitslampen-Systeme sei noch eine Lampe erwähnt, welche neuerdings in England Verbreitung findet und ebenfalls einen hohen Grad von Sicherheit darbietet. Es ist dies die Lampe von Morison (Fig. 356).

Die Morison'sche Lampe hat, wie die Godin'sche, zwei Gläser. Die Flamme ist von zwei concentrischen Glascylindern umgeben. Die Verbrennungsluft fällt zwischen den beiden Glascylindern herab und durchstreicht dabei zwei horizontale Drahtnetze, eines am oberen, das andere am unteren Rande der Cylinder. Das obere Drahtnetz ist gegen heftige Luftströmungen, gegen Staub u. s. w. durch einen metallenen ringförmigen Schild geschützt, welcher in der Figur im Durchschnitt zu sehen ist. Der obere Theil der Lampe besteht aus einem Drahtnetzcylinder, in dessen Innerem sich ein doppelttrichterförmiger Schornstein befindet. Dieser Schornstein ist oben durch ein drittes horizontales Drahtnetz geschlossen.

Die Morison'sche Lampe bietet, wie gesagt, einen hohen Grad von Sicherheit, z. B. gegen das Herausschlagen der Flamme. Man wirft ihr nur vor, dass sie in aufsteigenden Wetterströmen und in Wirbelungen zu leicht erlösche.

711. Nunmehr, nachdem wir die hauptsächlichsten Sicherheitslampen-Systeme kennen gelernt haben, können wir zu einigen allgemeinen Betrachtungen über- und auf einige, auf alle Lampen ohne Unterschied des Systems sich beziehende Einzelheiten eingehen.

712. Schon zu wiederholten Malen sind die mannigfaltigsten Versuche über das Verhalten der Sicherheitslampen angestellt worden. Dieselben haben zur Erkenntniss einer Reihe von wichtigen Thatsachen geführt, welche im Folgenden angegeben werden sollen.

713. Die ersten umfangreicheren Versuche fanden im Jahre 1840 durch eine von der belgischen Regierung hierzu eingesetzte Commission von Bergtechnikern statt. Der Versuchsapparat dieser Commission bestand aus zwei beweglichen Glocken, von denen jede in ein Wasserbecken tauchte. Die Glocken konnten nach Belieben mit Leuchtgas, Wasserstoffgas oder atmosphärischer Luft gefüllt werden und liessen diese Gase durch getrennte, nur an ihrer Mündung sich vereinigende Röhren in einen länglichen Kasten strömen, in welchen die zu prüfenden Lampen hineingebracht wurden.

Die Disposition war so getroffen, dass die Stärke und die Zusammensetzung der die Lampen umgebenden Gasströme variirt werden und das Verhalten der Lampen beobachtet werden konnte.

Die Versuche erstreckten sich zunächst auf die Davy'sche Lampe und zeigten, dass diese Lampe keine Sicherheit mehr bot, wenn das Drahtnetz in der Höhe des Dochtes nur im geringsten schadhaft war, zumal wenn man den explosiblen Gasstrom auf die betreffende Stelle richtete.

Während der zweijährigen Dauer der Versuche wurden sodann die Lampen von Upton und Roberts, Dumenil, Lemielle und Müseler geprüft. Die Einzelheiten dieser Experimente finden sich in den Annales des travaux publics, Band I, Seite 309 ff. niedergelegt und brauchen hier nicht wiedergegeben zu werden. Das Resultat war, dass die Commission der Müseler'schen Lampe sowohl hinsichtlich der Sicherheit, als auch hinsichtlich der Leuchtfähigkeit und der Oelersparniss eine grosse Ueberlegenheit über die anderen probirten Lampen zusprach. Unter Anderem hob die Commission als grossen Vorzug der Müseler'schen Lampe hervor, dass dieselbe bei reichlichem Vorhandensein von Grubengas, also gerade in der sonst gefährlichsten Mischung, von selbst verlösche.

714. Nach diesen Arbeiten fanden lange Zeit hindurch keine officiellen Versuche über Sicherheitslampen statt. Erst im Jahre 1863 nahm, und zwar in England, eine neue Reihe von höchst interessanten Experimenten ihren Anfang. Die ersten derselben wurden auf der

Grube Hetton durch eine von dem Nordenglischen Ingenieurverein eingesetzte Commission vorgenommen und hatten den Zweck, zu untersuchen, ob nicht das an den Drahtnetzen anhaftende Oel, indem es sich bei hoher Temperatur verflüchtige, die Entzündung nach aussen tragen könne. Man wollte sich über die bei den Arbeitern eingewurzelte Vorstellung, dass die Drahtnetze nur dann Sicherheit böten, wenn sie vorher der Rothgluth ausgesetzt worden seien, Klarheit verschaffen. Man war sogar der Behauptung begegnet, dass das bei der Fabrikation des Drahtes angewandte Oel zum Theil in der Substanz des Drahtes selbst sitzen bleibe und, wenn es sich bei hoher Temperatur verflüchtige, sich entzünden und Explosionen herbeiführen könne.

Die Commission brachte verschiedenartige Drahtnetze in ein zur Rothgluth erhitztes Rohr oder tauchte rothglühende Eisenstücke in das Innere von Drahtnetzcylindern und bemerkte in beiden Fällen die Entwickelung und Entzündung öliger Dämpfe. Die Commission schloss:

> „Wenn ein neues Sicherheitslampen-Drahtnetz schnell auf eine hohe Temperatur erhitzt wird, so giebt es Dämpfe ab, welche sich entzünden; die hierzu erforderlichen Bedingungen kommen jedoch beim praktischen Gebrauche der Sicherheitslampen niemals vor."
>
> „Wenn das Drahtnetz vor dem Gebrauche mit einer Lösung von Aetzkali oder Schwefelsäure gut gereinigt ist, so giebt es, von innen her durch ein rothglühendes Eisen erhitzt, keine nach aussen hin brennenden Dämpfe ab. Es erscheint daher bewiesen, dass das Oel nur auf der Oberfläche des Drahtes und nicht im Inneren der Substanz sitzt."

Aus den in Rede stehenden Versuchen ergiebt sich zugleich, dass ein von der Fabrikation oder sonst woher mit Oel behaftetes Drahtnetz die Flammen der Schlagwetter nach aussen tragen kann, wenn es durch das im Inneren brennende Gemisch erhitzt wird. Diese Thatsache verdient die ernstlichste Beachtung. Sie beweist die Nothwendigkeit einer guten, regelmässigen Reinigung der Drahtnetze, auf welchen Punkt später noch zurückgekommen werden wird.

Die Versuche der englischen Ingenieurcommission erstreckten sich sodann auf das Verhalten der Sicherheitslampen in bewegten Explosionsgemischen und ergaben in dieser Beziehung ganz unerwartete und sehr wichtige Resultate. Bis dahin, z. B. bei den Versuchen der ersten belgischen Commission, hatte man die Versuchslampen in ein entflammbares oder explosibles, aber stagnirendes oder doch nur sehr langsam strömendes Gasgemisch getaucht und unter diesen Verhältnissen hatten sich fast alle probirten Lampen als sicher gezeigt. Bei Anwendung grösserer Gasgeschwindigkeiten waren aber die Resultate ganz andere.

Nach einigen ziemlich verfehlten Versuchen mit einem unvollkommenen Apparate bediente man sich auf der Grube Pelton folgender Vorkehrung: Ein hölzerner Kasten von 5 m Länge, 30 cm Höhe und 18 cm Breite stand durch einen gemauerten Canal mit dem ausziehenden Wetterstrome der Grube in Verbindung. An der entgegengesetzten Mündung des Kastens gestattete ein Schieber, die Luftgeschwindigkeit zu reguliren. Letztere konnte durch gänzliches Oeffnen des Schiebers bis auf 15 m pro Secunde gesteigert werden.

Der Kasten besass an der Oberseite Klappen, welche den Explosionsgasen einen Ausweg boten. Durch eine dieser Klappen wurden auch die Lampen eingeführt und einem in der Seitenwand angebrachten Glasfenster gegenüber aufgestellt. Hinter diesem Beobachtungsfenster wurde auch ein Anemometer zur Messung der Stromgeschwindigkeiten placirt.

Bei 1 m von der Eintrittsöffnung trat ein mit Hahn versehenes Rohr von 6 cm Durchmesser von unten her in den Kasten ein und mündete in eine gegen den Luftstrom gerichtete Brause. Dieses Rohr diente zur Zuführung von Leuchtgas oder Grubengas und die gegen den Luftstrom gerichtete Brause bewirkte eine sehr gleichmässige Mischung desselben mit der Grubenluft.

Die Resultate der sehr zahlreichen Versuche waren folgende:

> „Ein entflammbares Gemisch von Grubengas und Luft, welches sich mit der Geschwindigkeit von 8 Fuss pro Secunde gegen eine in Ruhe befindliche Davy'sche Lampe bewegt, entzündet sich an derselben."
>
> „Das Anbringen eines einfachen Blechschirmes an die Davy-Lampe hat keine wesentliche Wirkung. Wenn der Schirm gut anschliesst und bis an den oberen Rand des Drahtcylinders reicht, so erfolgt die Explosion bei 12 Fuss Wettergeschwindigkeit."
>
> „Eine Clanny-Lampe lässt die Flamme bei 9 Fuss Geschwindigkeit heraustreten, ebenso die Lampe von Stephenson."
>
> „Eine Müseler'sche Lampe lässt die Flamme ebenso leicht, wie eine Davy-Lampe, durchschlagen, also bei 8 Fuss Geschwindigkeit pro Secunde."

Der belgische Ingenieur Arnould, welcher einem Theile der englischen Versuche beigewohnt hatte, schrieb die mit der Müseler'schen Lampe erzielten ungünstigen Resultate dem Umstande zu, dass das von der Commission benutzte Modell nicht die richtigen Abmessungen gehabt habe. Der Schornstein war viel weiter und kürzer, als bei der belgischen Müseler-type. Gerade in den Dimensionen des Schornsteins beruht aber die Sicherheit der Müseler'schen Lampe, wie später erkannt worden ist. Arnould wiederholte die Versuche

mit einer Lampe Müseler-type von Messing. Es erfolgte Explosion bei 2,44 m Stromgeschwindigkeit, wenn die Lampe gegen den Luftzug geneigt wurde, und bei 5 m, wenn sie vertical stand.

Arnould schrieb diesen neuen ungünstigen Erfolg dem messingnen Drahtnetz zu. Um Sicherheit über die Frage zu erlangen, machte er auf der Grube Agrappe Versuche mit einem dem englischen fast ganz analogen Apparate und wiederholte auch seine früheren Versuche in England. Er kam nun zu folgenden Schlüssen:

„1. In einem mit gewisser Geschwindigkeit bewegten Strome brennt das Gas im Inneren der Müseler-Lampe fort."

„2. Bei einer Geschwindigkeit des explosiblen Gemisches von 6,30 m pro Secunde lässt die Müseler-Lampe die Entzündung nach aussen treten."

Diese Thatsachen erklärt Arnould auf folgende Weise: Die ganze Sicherheit der fraglichen Lampe, sagt er, beruht wesentlich auf dem geringen Querschnitte des Schornsteins an seinem oberen Ende. Dieser geringe Querschnitt bewirkt nämlich, dass bei geringer Stromgeschwindigkeit der Wetter im Momente der Entzündung in der Lampe die Verbrennungsproducte keinen genügenden Abzug finden, auf die Dochtflamme zurückfliessen und diese ersticken; unmittelbar darauf aber stellt sich der Zug in dem Schornsteine, unterstützt durch die entstandene Hitze, wieder her und bald sind alle Verbrennungsproducte aus der Lampe entwichen.

Anders verläuft die Sache nun, wenn die Lampe sich in einem schnell strömenden Gemische befindet. In diesem Falle brennt das Gas unter dem horizontalen Drahtnetz fort, weil der Luftzug die Verbrennungsproducte auch bei enger Mündung des Schornsteins rasch absaugt. Durch das Fortbrennen der Schlagwetter in der Lampe kann schliesslich das horizontale Drahtnetz glühend werden und die Flamme in den oberen Cylinder übertreten lassen. Noch leichter aber erfolgt diese Verbreitung der Entzündung durch den Schornstein hindurch, in welchem sich unter dem Einfluss des verstärkten Zuges die von Grubengas genährte Flamme bis zur Spitze erhebt und so die in dem äusseren Drahtcylinder vorhandenen Schlagwetter anzündet. Bald wird dann die Flamme durch den Luftstrom auch nach aussen hin fortgepflanzt.

Es besteht sonach ein grosser Unterschied zwischen den Vorgängen in einer Müseler-Lampe, je nachdem dieselbe einem ruhenden oder einem schnellströmenden Grubengasgemische ausgesetzt ist. Im ersteren Falle erlischt die Lampe, im zweiten Falle steigt die Flamme nur um so lebhafter in den Schornstein auf und entzündet von dessen oberer Mündung aus die Wetter in dem äusseren Drahtcylinder.

Die Thatsache, dass in lebhaften Wetterströmen das Gas unter dem horizontalen Drahtnetz fortbrennt, beweist, dass ein grosser Theil

der Sicherheit der Müseler-Lampe in diesem Drahtnetze selbst beruht. Arnould constatirte denn auch durch zahlreiche Versuche, dass ein kleiner Schaden an diesem Drahtnetze genügt, um die Entzündung nach aussen zu leiten.

715. Die vorstehend mitgetheilten Thatsachen beunruhigten das betheiligte Publicum natürlich in nicht geringem Maasse. In einer schlagwetterreichen Grube können so leicht jene Bedingungen auftreten, unter welchen die Versuche angestellt worden waren. Viele bis dahin räthselhaft gebliebene Unglücksfälle wurden nun durch solche Umstände erklärt.

Man nahm darauf Bedacht, die Versuche mit grosser Sorgfalt und planmässig zu wiederholen und im Jahre 1868 wurden zwei Commissionen zu diesem Zwecke niedergesetzt, eine von Seiten der belgischen Regierung, die andere von dem Verwaltungsrath der Société de l'industrie minérale von Saint-Etienne.

716. Der Bericht der letzteren Commission wurde zuerst veröffentlicht und es mögen daher deren Arbeiten hier zunächst besprochen werden.

Der angewandte Apparat ist folgender: Eine viereckige Holzlutte von 0,40 zu 0,20 m Querschnitt hat in einer ihrer Seitenwände mehrere viereckige Fensteröffnungen, welche mit Papier überklebt sind. Die Lutte steht durch einen starken Lederschlauch mit einem kürzeren Luttenstück von gleichem Querschnitte in Verbindung. Letzteres wird in seitlichen Zapfen von einem Gestell getragen und kann aus der horizontalen in beliebig geneigte Stellungen gebracht werden. Ungefähr in der Mitte seiner Länge hat das Luttenstück zwei einander gegenüberstehende Fensteröffnungen, von denen die eine durch ein Papierblatt, die andere durch ein einfaches Drahtnetz verschlossen ist. Auf ein rundes Loch an der Oberseite des Luttenstücks passt eine hölzerne Scheibe, welche oben einen Ring, unten aber einen Haken zum Anhängen der zu prüfenden Lampe trägt. Die letztere kann auf diese Weise mit Hülfe eines genügend langen Stabes nach Belieben und ohne Gefahr hineingehängt und herausgeholt werden.

Das andere Ende der Lutte ist mit einem prismatischen Kasten verbunden, durch dessen Boden ein weites Rohr das Gas zuführt. Auf einer der Seitenwände des Kastens mündet die blasende Lutte eines Handventilators ein. Die Axe dieses Ventilators wurde vermittelst eines Kurbelzapfens und einer daran angreifenden hölzernen Pleuelstange von zwei Arbeitern umgedreht. Die Arbeiter waren auf diese Weise vor den zwar selten, aber doch zuweilen aus den Saugöffnungen des Ventilators herausschlagenden Explosionsflammen geschützt.

Der Ventilator wurde mit der constanten Geschwindigkeit von einer Umdrehung pro Secunde bewegt. Um die Stromgeschwindigkeit

variiren zu können, war zwischen dem Ventilator und dem prismatischen Kasten ein Schieber angebracht. Derselbe trug eine Grad-Eintheilung, welche die jedem Stande des Schiebers entsprechende Stromgeschwindigkeit angab.

Wenn der Apparat von dem gashaltigen Gemische durchströmt wurde, führte man die Lampe ein und verzeichnete die Umstände und Erscheinungen. Bald stellte man das Luttenstück horizontal und die Lampe vertical, bald neigte man die Lampe mit dem oberen oder mit dem unteren Theile gegen den Strom und liess das Luttenstück in horizontaler Lage, bald liess man die Lampe vertical hängen und gab dagegen dem Luttenstück verschiedene Neigungswinkel und Neigungsrichtungen.

Die Commission prüfte die Lampen von Davy, Stephenson, Clanny, Müseler und Combes. Die drei ersten führten immer schon bei verhältnissmässig geringen Geschwindigkeiten zur Explosion, die Müseler-Lampe hingegen bestand die Probe.

Die Commission berichtete hierüber:

„Wir haben die Müseler'sche Lampe Gemischen von Luft und Leuchtgas von verschiedenen Geschwindigkeiten ausgesetzt. Wenn wir die Lampe in verticaler Stellung liessen und den Gasstrom entweder horizontal oder schräg von oben oder von unten darüber leiteten, haben wir immer nur einfaches Erlöschen der Lampe beobachtet, auch wenn die Geschwindigkeit auf 5 m pro Secunde stieg.“

„Wenn der Gasstrom horizontal blieb, aber die Lampe mit dem oberen Theile dem Strome entgegen geneigt wurde, so erlosch die Lampe ebenfalls noch, wenn das Gemisch ungefähr 20 Proc. Gas enthielt. Vermindert man aber diesen Gehalt hinreichend, so findet ein Erlöschen nicht statt und die sehr verlängerte Flamme beleckt den Drahtnetzring*). Die von uns angewandte Geschwindigkeit ging nicht über 4 m hinaus und wir brachten eine Explosion nicht hervor, auch wenn der Versuch 4 bis 5 Minuten lang fortgesetzt wurde; es ist jedoch wahrscheinlich, dass, wenn wir mit grösseren Geschwindigkeiten hätten operiren können, die Flamme zum Herausschlagen gekommen wäre, wie dies bei den englischen Versuchen der Fall war.“

„Wir geben daher in Uebereinstimmung mit den englischen Ingenieuren zu, dass die Müseler-Lampe keine absolute Sicherheit bietet, sondern dass sie bei entsprechender Neigung gegen den Wetterstrom in Verbindung mit einer gewissen Geschwindig-

*) Die Lampe muss also so stark geneigt sein, dass die Flamme an der unteren Schornsteinmündung vorbeizieht. L.

keit dieses letzteren die Flamme heraustreten lassen kann; aber die hierzu nothwendige Stromgeschwindigkeit ist derart, wie sie unseres Erachtens in der Praxis niemals vorkommt, so dass also die unabsichtliche Entzündung von Schlagwettern an der Müseler-Lampe im Inneren der Gruben für ausgeschlossen erklärt werden kann."

717. Nach dieser denkbar weitgehendsten Anerkennung der Müseler-Lampe hinsichtlich der Sicherheit spricht nun aber die Com-

Fig. 357.

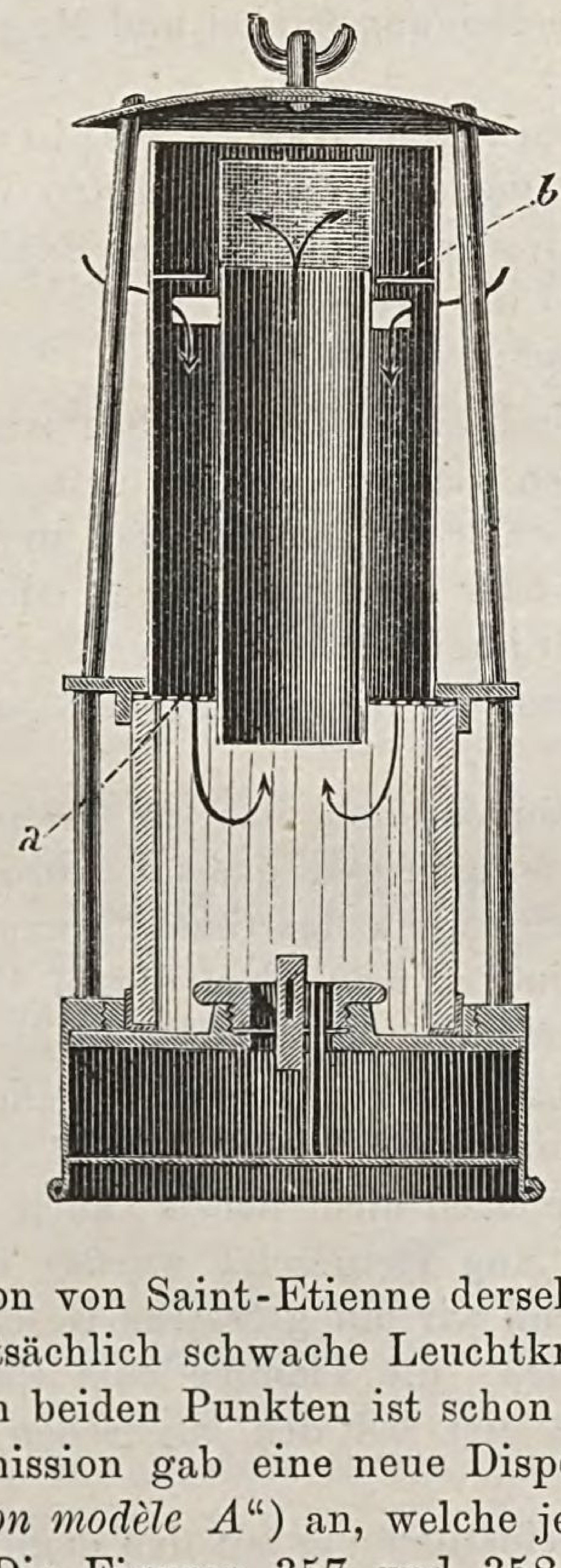
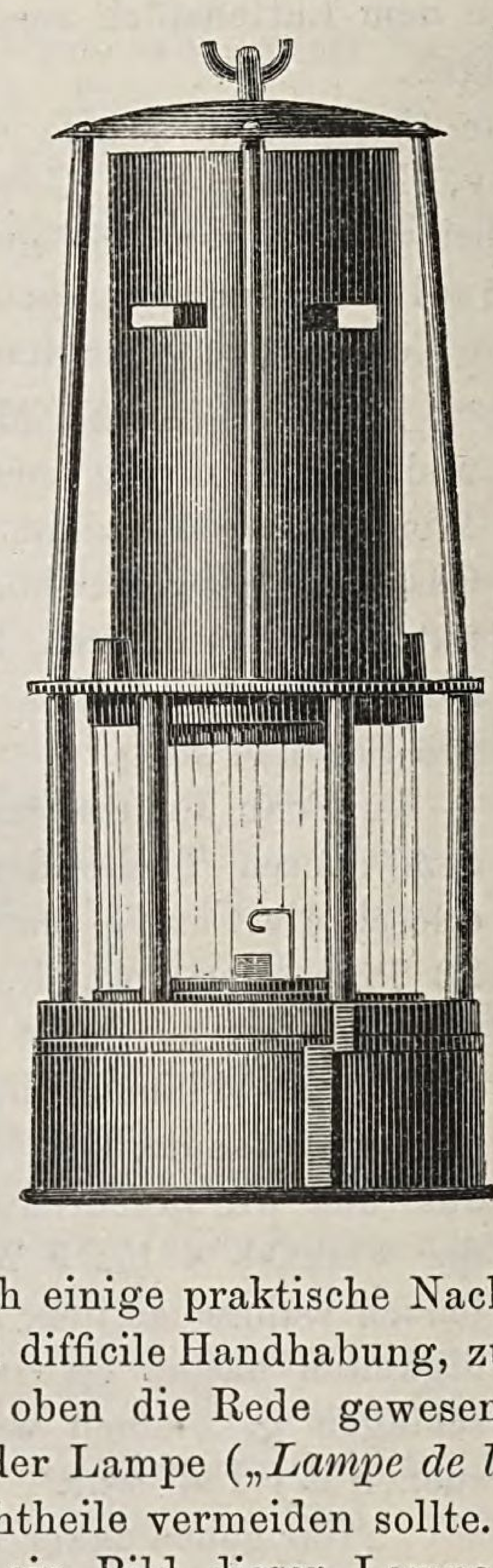


Fig. 358.

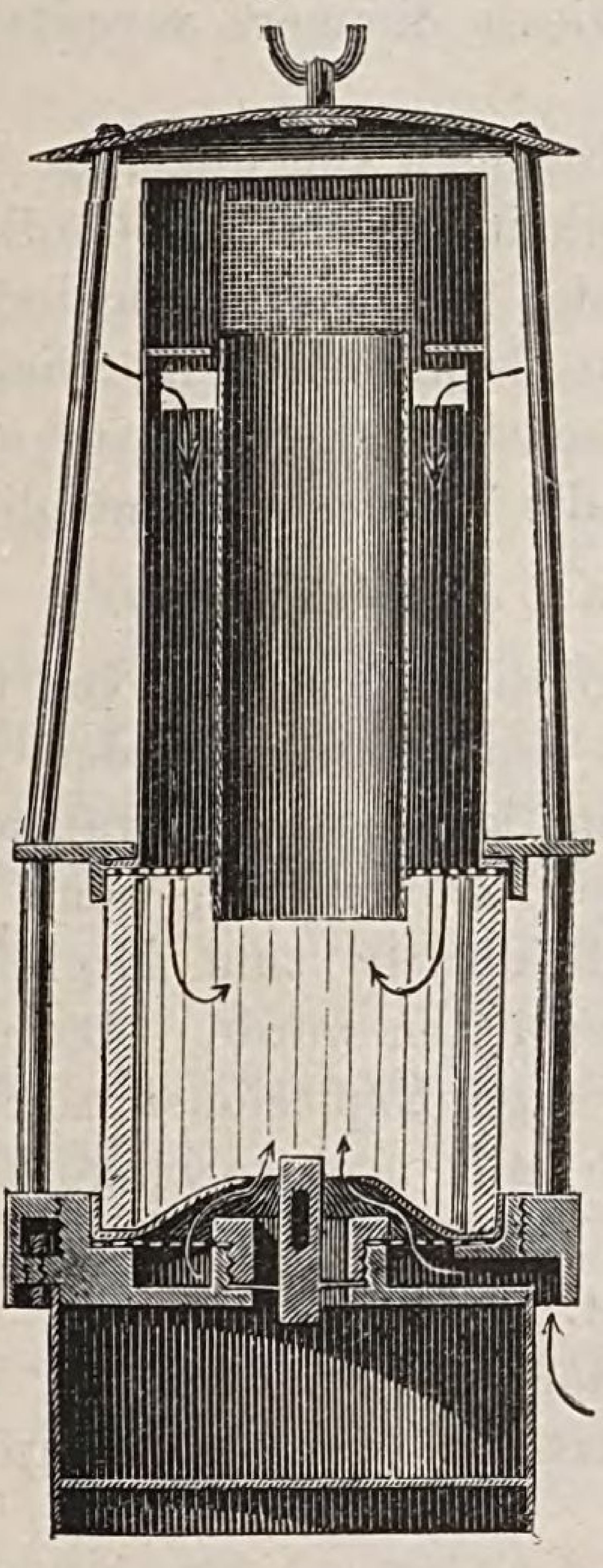


mission von Saint-Etienne derselben auch einige praktische Nachtheile, hauptsächlich schwache Leuchtkraft und difficile Handhabung, zu. Von diesen beiden Punkten ist schon weiter oben die Rede gewesen. Die Commission gab eine neue Disposition der Lampe („*Lampe de la commission modèle A*") an, welche jene Nachtheile vermeiden sollte.

Die Figuren 357 und 358 geben ein Bild dieser Lampe. Auf dem Glascylinder liegt ein horizontales Drahtnetz *a*, durch welches ein Blechschornstein hindurch geht, wie bei der Müseler-Lampe. Dieser Schornstein ist jedoch cylindrisch und weiter als bei Müseler und reicht nur sehr wenig unter das horizontale Drahtnetz herab. Er träg oben eine 25 mm hohe Haube von Drahtgeflecht. Der äussere

Drahtcylinder der Müseler-Lampe ist durch einen oben offenen und die Drahtnetzhaube des Schornsteins etwas überragenden Blechcylinder ersetzt. Dieser Cylinder hat 2 bis 3 mm unterhalb der Linie, wo der Blechschornstein in die Drahtnetzhaube übergeht, einen ringförmigen Zwischenboden *b*. Unmittelbar unterhalb desselben sind in den Blechmantel vier Fensteröffnungen von 12 mm Höhe und 15 mm gegenseitigem Abstand eingeschnitten. Das Ganze wird durch eine auf den Oelbehälter geschraubte Armatur zusammengehalten.

Fig. 359.



Bei dieser Disposition tritt die Luft durch die Fenster des Blechmantels ein und fällt durch das horizontale Drahtnetz zur Dochtflamme herab, während die Verbrennungsproducte durch den Blechschornstein und die daraufsitzende Drahtnetzhaube entweichen. Der blecherne Zwischenboden trennt die beiden Ströme von einander.

Die Commissionslampe Modell *A* gestattet ein stärkeres Neigen und leuchtet besser als die Müseler'sche Lampe. Die Commission stellte die nämlichen Versuche mit ihr an, wie mit der Müseler'schen, und fand sie in der Sicherheit der letzteren gleich.

Die Commission von Saint-Etienne prüfte auch die Lampen mit Luftzuführung von unten, vorzugsweise die Lampe von Combes, welche letztere sie ebenfalls verbesserte („*Lampe de la commission modèle B*", Fig. 359).

Diese Disposition unterscheidet sich von derjenigen des Modells *A* nur durch die Hinzunahme der Combes'schen Luftzuführung von unten. Diese Lampen mit beiderlei Luftzuführung verlöschen nicht so leicht bei heftigen Bewegungen.

Die Commission von Saint-Etienne stellte ferner auch Versuche mit der Lampe von Morison an und erkannte derselben einen hohen Grad von Sicherheit zu, fand aber einige praktische Nachtheile an ihr.

718. Was nun die im Jahre 1873 veröffentlichten Arbeiten der belgischen Regierungscommission *) betrifft, so bestand der hier angewandte Apparat in einem hölzernen Canal (Holzkasten), in welchen

*) Annales des travaux publics, T. XXXI, p. 306.

die zu prüfenden Lampen eingeführt wurden. Die eine Wand hatte Fenster mit dicken Glasscheiben zur Beobachtung der Vorgänge im Inneren. Ein mit Dampfkraft betriebener Centrifugalventilator erzeugte in dem Holzcanal einen lebhaften Luftstrom. In denselben liess man in einem gegebenen Momente Leuchtgas aus einer eigens dafür bestimmten Gasometerglocke eintreten. Eine hydraulische Absperrvorrichtung diente dazu, die Gaszuführung zu reguliren und abzustellen. Der Holzcanal befand sich in einem dunklen Zimmer, damit die Erscheinungen in allen Einzelheiten besser beobachtet werden konnten. Die Absperrvorrichtung wurde im Inneren dieses Zimmers vermittelst eines Hebels gehandhabt.

Die Versuche wurden hauptsächlich in Strömen von ungefähr 6 m pro Secunde ausgeführt, welche Geschwindigkeit für die gewöhnliche Müseler-Lampe als gefährlich erkannt wurde, während Geschwindigkeiten von 3 bis 4 m sich in fast allen Fällen als unschädlich erwiesen.

Abgesehen von dieser bedeutenden Geschwindigkeit führte man auch noch andere erschwerende Umstände in die Versuche ein, nämlich:

1. Die Verlängerung des Versuches auf 5 bis 6 Minuten.

Wenn die Müseler-Lampe in einen explosiven Gasstrom von 6 m Geschwindigkeit gebracht wird, so bemerkt man, dass nach dem Erlöschen der Dochtflamme das Gas unter dem horizontalen Drahtnetz fortbrennt; man konnte fürchten, dass diese Verbrennung, wenn sie eine Zeit lang andauerte, das horizontale Drahtnetz zum Erglühen bringen und dadurch die Flamme nach aussen leiten würde. Bei den diesbezüglichen Versuchen kamen jedoch wenige Explosionen solcher Art vor und man konnte erklären, dass auch eine noch so lange Einwirkung schnellströmender Gasgemische auf die Müseler-Lampe an und für sich keine Explosionsursache abgiebt.

Es mag hier indessen beiläufig wiederholt werden, dass der geringste Schaden an dem horizontalen Drahtnetze die Explosion herbeiführt, wie dies Arnould constatirt hat.

2. Bei einer Reihe von Versuchen bestrich man das horizontale Drahtnetz mit Oel und bestreute es dann mit Kohlenstaub, um einen Zustand zu erhalten, wie er in der Grube vorkommen kann, wenn eine Lampe umgefallen war und entweder hierdurch nicht erloschen oder von einem nachlässigen Aufseher wieder angezündet worden ist. Es wurde constatirt, dass dieser Zustand der Lampen mit ziemlicher Leichtigkeit Explosionen hervorruft, zumal wenn der explosible Gasstrom eine bedeutende Geschwindigkeit hat.

3. Die Lampen der Arbeiter sind, je nach der Vorsicht ihres Trägers, oft mehr oder weniger heftigen Schwingungen u. s. w. ausgesetzt. Die über diesen Punkt angestellten Versuche ergaben, dass das Schwingen der Lampe deren Sicherheit vermindert, besonders wenn

die bewegte Lampe plötzlich von dem explosiblen Gasgemische eingehüllt wird.

4. Man hatte bei gewissen Versuchen bemerkt, dass Schwankungen in der Zusammensetzung des Gasgemisches das Heraustreten der Flamme aus den Lampen erleichtert zu haben schien; die Commission sah sich hierdurch veranlasst, durch geeignete Handhabung der Regulirvorrichtung einige Versuche in folgender Weise zu gestalten: Zunächst wurde die Dochtflamme vermöge eines starken Gasgemisches zum Erlöschen gebracht. Der Strom wurde in der gleichen Zusammensetzung einige Augenblicke lang beibehalten, damit sich die Metalltheile an der im Inneren der Lampe fortbrennenden Schlagwetterflamme erhitzen konnten. Sodann wurde der Gasgehalt allmählich herabgestimmt, fast bis zu dem Punkte, wo das Gemisch aufhört, brennbar zu sein. Hierbei erfolgte schliesslich entweder gänzliches Erlöschen oder Durchtritt der Flamme durch den Schornstein in den Drahtcylinder. Im letzteren Falle war die Explosion so gut wie unvermeidlich, besonders wenn man in demselben Momente den Gasgehalt wieder etwas steigerte.

Diese Folge von Umständen kann, so gezwungen sie scheint, doch sehr leicht in einer Grube vorkommen, da hier die Zusammensetzung der circulirenden Gasgemische niemals eine gleichmässige ist. Die Commission erzielte durch jene Operationsweise, welche je nach dem Lampensysteme u. s. w. mannigfaltig variirt wurde, verhältnissmässig viele Explosionen. Hieraus lässt sich schliessen, dass die schwachen Schlagwettergemische das Hindurchtreten der Flamme durch den Schornstein erleichtern, und diese Thatsache erklärt sich durch die geringere Menge von Kohlensäure, welche das im Glascylinder brennende Gemisch erzeugt.

5. Die Commission untersuchte auch die Wirkung von schrägen, nämlich aufwärts und abwärts steigenden Strömungen auf die Lampen. Sie bediente sich zu diesem Behufe zweier mit etwa 30° Neigung in den Holzcanal eingesetzten parallelen Brettchen, welche elliptische Ausschnitte zur Aufnahme der Lampe besassen. Diese Anordnung hatte nicht nur die Neigung des Gasstromes, sondern auch das Auftreten von Wirbelungen, welche sich durch Flackern der Flamme kundgaben, zur Folge. Eben diese Wirbelungen waren ohne Zweifel die Ursache, dass keine einzige Lampe die Probe bestand. Dieses Resultat berechtigt zu der Annahme, dass sich bei Anwendung der schrägen Brettchen die Verbrennungsverhältnisse in den Lampen vollständig umgekehrt hatten, indem das gashaltige Gemisch durch den Schornstein zur Dochtflamme herabkam und die Verbrennungsproducte durch das horizontale Drahtnetz austraten. Hieraus lässt sich schliessen, dass auch die Wirbelungen, welche beim Einmünden eines sehr lebhaften Wetterzuges aus einem Abbau oder einem Durchhiebe in eine Strecke entstehen, eine äusserst gefährliche Situation erzeugen, falls dieser

Wetterstrom mit Grubengas geschwängert ist, und dass die Bergleute sich an solchen Stellen nicht vorsichtig genug verhalten können.

719. Die belgische Commission probirte eine grosse Anzahl von theils ganz neuen, theils von dem System Müseler abgeleiteten Lampenmodellen. Nach vielen Versuchen erklärte sich die Commission dahin, dass die Lampe Müseler-type in jeder Hinsicht allen anderen von ihr geprüften Lampen überlegen sei und dass daher diese Lampe, abgesehen von einzelnen Ausnahmefällen, wo auch die Systeme Müseler-Godin, Müseler grosses Format und die Müseler'sche Steigerlampe zu gestatten wären, zur Beleuchtung in schlagwetterbehafteten Gruben allein zuzulassen sei. Die belgische Königliche Verordnung vom 17. Juni 1876, welche schon weiter oben erwähnt worden ist, schloss sich diesem Gutachten vollständig an und bestimmte das Nähere über die Ausnahmefälle.

720. Aus den geschilderten Versuchen geht hervor, dass bis jetzt keine einzige Sicherheitslampe als absolut sicher angesehen werden kann. Allerdings treffen die extremen Bedingungen, welche man bei den Versuchen künstlich combinirt hat, beim Grubenbetriebe nur höchst selten zusammen, so dass man sagen kann, dass die besten Sicherheitslampen, wie die Müseler'sche und andere, doch alle wünschenswerthe Sicherheit bieten.

Einige praktische Lehren müssen gleichwohl aus den Versuchen gezogen werden. Zunächst sieht man, dass die Lampen von Davy, Clanny und andere von analoger Construction in entflammbaren Strömen gar keine Sicherheit bieten. Aber auch die vollkommensten Lampen erheischen gewisse Vorsichtsmaassregeln bei ihrer Handhabung. So z. B. muss man vermeiden, sie zu schwingen, ruckweise zu bewegen, anzustossen und zu neigen. Beim Passiren von Stellen, wo der Wetterstrom Wirbelungen bildet, muss man die Lampe gegen deren Einwirkung schützen, etwa durch Verdecken des Drahtcylinders mit den Händen oder durch Einhüllen der ganzen Lampe.

721. Es ist nunmehr Einiges über die Construction und die Wartung der Sicherheitslampen ohne Rücksicht auf das jeweilige System zu sagen.

722. Der Oelbehälter besteht gewöhnlich aus Weissblech. Die Armatur, d. i. das Gestell, welches die einzelnen Theile zusammenhält, ist meist aus Eisen gefertigt. Sie schraubt sich mittelst eines Schraubengewindes von einigen Umgängen auf den Oelbehälter auf.

Die Schraubengewinde des Gestelles und des Oelbehälters sind in der Regel von Messing und haben dann den Nachtheil, dass sie schnell verschleissen, was, wenn sie nicht unausgesetzt revidirt und von Zeit zu Zeit erneuert werden, gefährlich werden kann: Der Oelbehälter kann in der Grube abfallen. Der Belgier Godin empfiehlt daher, die Gewinde aus hämmerbarem Gusseisen, also aus Stahlmasse, zu machen.

723. Der Glascylinder muss von guter Qualität, insbesondere bei der Fabrikation gut gekühlt sein.

724. Die Drahtgeflechte müssen ebenfalls gewissen Bedingungen entsprechen. Es hat sich gezeigt, dass die Sicherheit eines Drahtgeflechtes von der Grösse der Maschen und der Dicke des Drahtes, d. h. von dem Verhältniss der Durchgangsöffnungen zur Gesammtfläche, abhängt. Dieses Verhältniss lässt sich folgendermaassen bestimmen:

Wenn n die Zahl der Maschen pro Quadratcentimeter ist, so ist die Entfernung von Mitte zu Mitte zweier parallelen Drähte

$$a = \frac{1}{\sqrt{n}};$$

wenn nun d der Durchmesser des Drahtes ist, so ist die Oeffnungsfläche einer Masche

$$(a - d)^2;$$

das Verhältniss R dieser Oeffnungsfläche zur Gesammtfläche ist demnach

$$R = \frac{(a - d)^2}{a^2}.$$

Bei der Lampe Müseler-type haben die Drahtgeflechte 144 Maschen pro Cubikcentimeter und der Draht 0,35 mm Durchmesser. Dies ergiebt bei Anwendung vorstehender Formel

$$R = 0{,}43.$$

Je grösser dieses Verhältniss wird, desto mehr verliert das Drahtnetz von seiner Sicherheit. Seine Lichtdurchlässigkeit wächst allerdings gleichzeitig, aber dies kommt bei Lampen mit Glascylinder nicht in Betracht.

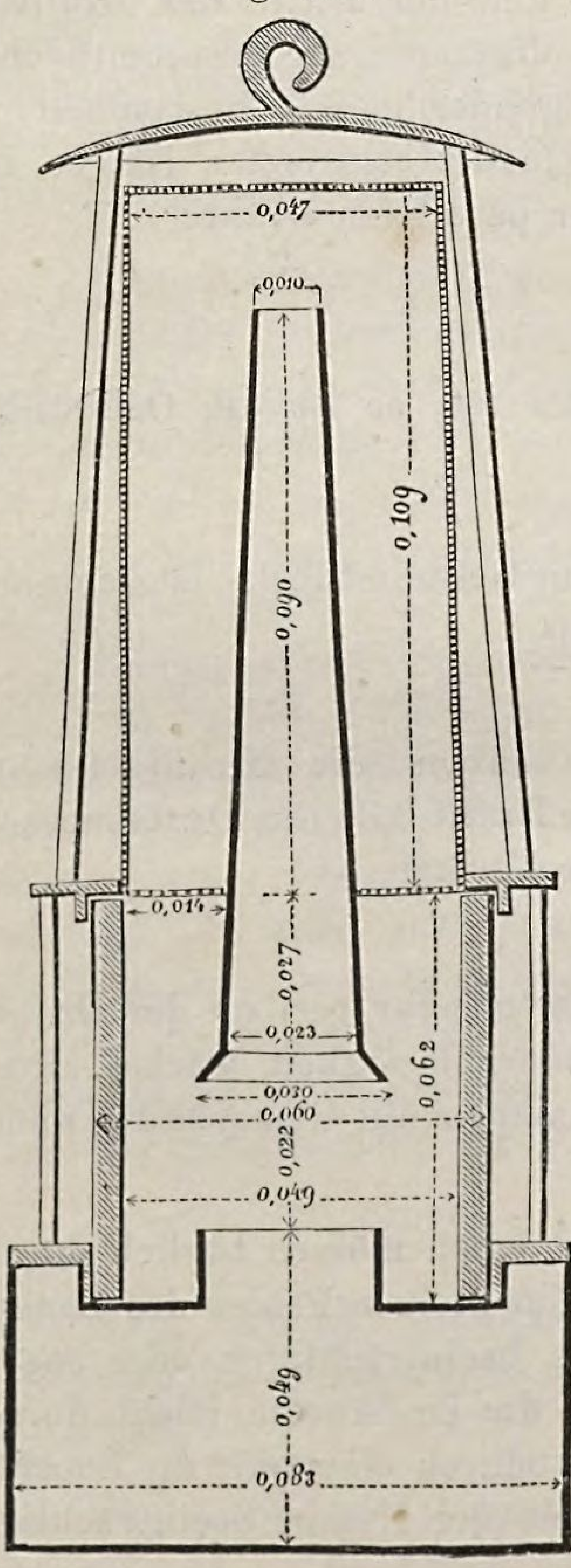
725. Die Drahtnetze der Sicherheitslampen müssen täglich durch zuverlässige Personen revidirt werden. Ein kleiner Fehler des Drahtgeflechtes kann die Sicherheit der Lampe beeinträchtigen oder sogar ganz aufheben. Auch beschmutzen sich die Drahtnetze leicht durch das Oel, den Russ und den Kohlenstaub, wodurch einerseits die Leuchtkraft, andererseits ebenfalls die Sicherheit der Lampe beeinträchtigt wird (718).

Die Lampen müssen daher täglich sorgfältig gereinigt werden. Diese Reinigung kann durch Glühen der Drahtnetze in einer hellen

Flamme erfolgen, so dass das Oel und der Staub, welche daran haften, verbrannt werden. Diese Methode hat jedoch den grossen Nachtheil, dass dabei das Drahtgeflecht oxydirt und schnell unbrauchbar wird. Besser ist es, die Netze in eine Lösung von Potasche oder Soda zu legen, dann in Kalkwasser zu waschen und schliesslich in einem Luftbade zu trocknen. Man braucht sie dann nur noch zu bürsten, um sie ganz rein zu erhalten. Es sind schon Einrichtungen vorgeschlagen worden, welche alle diese Operationen selbstthätig besorgen sollen.

726. Die obigen Einzelheiten beziehen sich hauptsächlich auf die gewöhnlichen Arbeiterlampen. Für gewisse Zwecke hat man aber auch noch andere Constructionen. — Zum Gebrauche beim Beobachten des Compasses wendet man z. B. besondere Markscheiderlampen, welche ganz aus Messing bestehen, an.

Fig. 360.

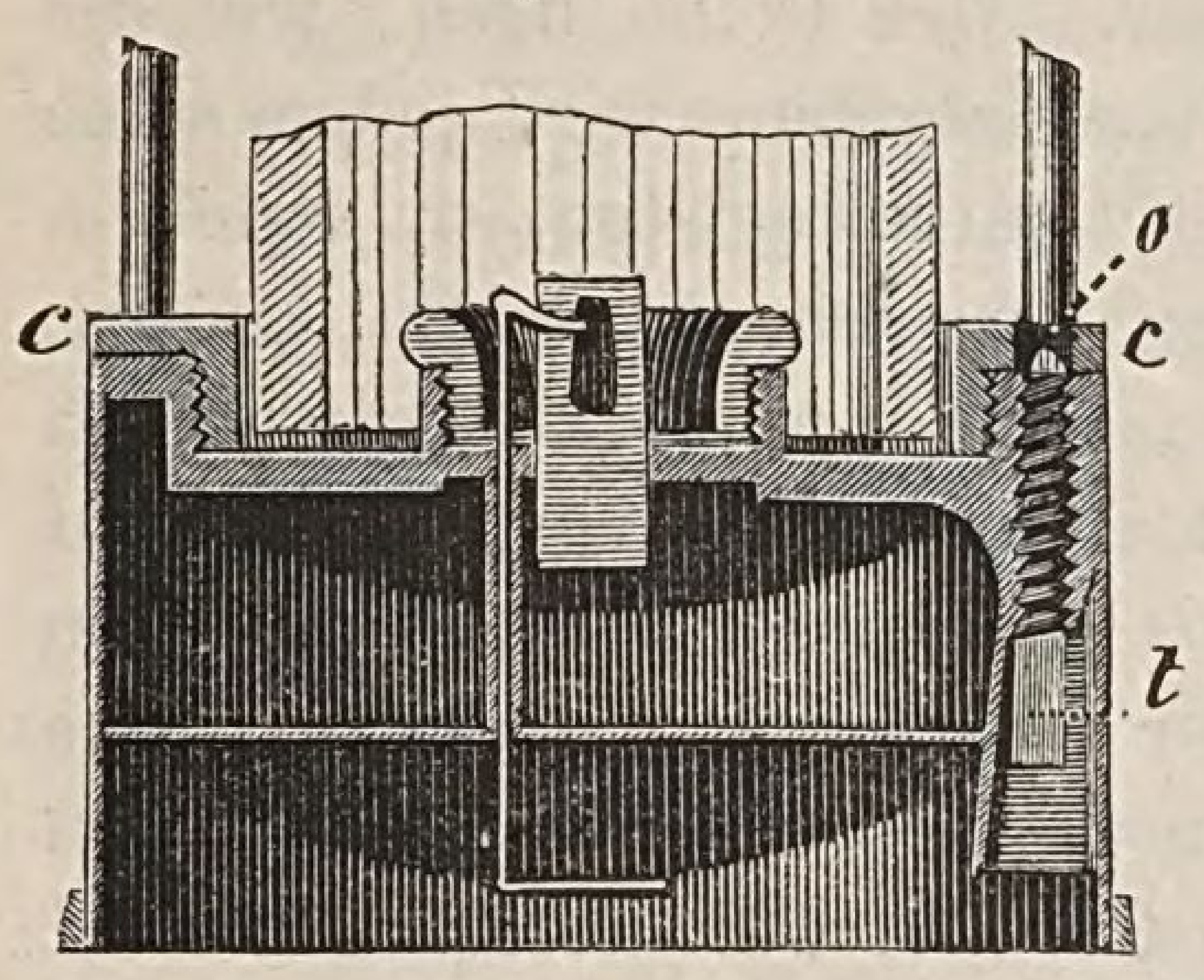


Zur Beleuchtung der Füllörter wählt man Lampen grösseren Formats. Dieselben bieten freilich nicht die gleiche Sicherheit, wie die des typischen Modells, sie befinden sich aber auch gewöhnlich im frischen Wetterstrome. Da jedoch dieser letztere Umstand noch keine unbedingte Gewähr dafür bietet, dass nicht — z. B. bei Gruben mit zeitweise sehr vehementer Grubengasentwickelung — die Schlagwetter vorübergehend selbst die einziehenden Hauptwetterwege überraschen, so ist in Belgien auch für die Füllortlampen der schlagwetterbehafteten Gruben ein bestimmtes Modell polizeilich vorgeschrieben. Dasselbe ist in Fig. 360 mit seinen Dimensionen schematisch dargestellt.

727. Ein anderer, bisher noch gar nicht berührter, aber sehr wichtiger Punkt ist der Verschluss der Sicherheitslampen. Bei schlagwetterführenden Gruben pflegen die Lampen von dem Werksbetreiber geliefert und unterhalten und dem Arbeiter jedesmal bei der Anfahrt angezündet übergeben zu werden. Dieser letztere darf

sie an den gefährlichen Punkten nicht öffnen und es ist gut, wenn ihm das Oeffnen überhaupt unmöglich gemacht wird. Zu diesem Zwecke ist eine grosse Zahl von Lampenverschlüssen ausfindig gemacht worden. Der am meisten angewendete Verschluss besteht in einer Schraubenspindel *t* (Fig. 361), welche, von einem Röhrchen umgeben, durch den Oelbehälter hindurchgeht und in eine Oeffnung des Armaturringes *cc* hineinreicht. Diese Spindel wird mit Hülfe eines besonderen Schlüssels gedreht. Ihr Kopf steckt nach innerhalb des erwähnten Röhrchens, so dass er schwerer zugänglich ist.

Fig. 361.



Dieser Verschluss ist nicht absolut sicher, da die Arbeiter ihn mittelst eines Nachschlüssels, einer schmalen Zange oder sogar eines Holzstückchens öffnen können. Von den anderen bisher bekannt gewordenen Methoden ist jedoch noch keine zu grösserer Verbreitung gelangt *).

728. Wenn kein absolut sicherer Verschluss angewendet wird (s. die Anmerkung), so ist eine eifrige Controle in der Grube und die Anwendung grösster Strenge nothwendig, damit die Arbeiter nicht trotz Verbotes und fahrlässiger Weise ihre Lampe öffnen und dadurch nicht nur sich, sondern auch ihre Kameraden, ja die ganze Grube in Gefahr bringen.

729. Organisation des Beleuchtungswesens. — Es soll hier nur von dem Beleuchtungswesen in Schlagwettergruben die Rede sein. Wo die Anwendung der Sicherheitslampen nicht nothwendig ist, überlässt man die Gestellung der Lampe (des „Lichtes“) und des Brennmaterials den Arbeitern und erreicht dadurch sehr einfach die Verhütung aller Missbräuche. Bei Schlagwettergruben ist aber dieses System nicht angängig und das Lampenwesen bildet dort einen sehr wichtigen und grosse Sorgfalt erheischenden Dienstzweig.

Bei Gruben mit schlagenden Wettern liefert der Werksbetreiber den Arbeitern die Lampen und das Oel **). In der Nähe des Raumes,

*) Die einzige, welche in neuester Zeit anfängt in Aufnahme zu kommen, ist diejenige des sogenannten magnetischen Verschlusses. Derselbe besteht darin, dass beim Zuschrauben der Lampe eine innere Sperrfeder einspringt, welche das Wiederaufschrauben verhindert und nur mittelst äusserer Einwirkung eines starken Magneten wieder zurückgezogen werden kann. Dieser Verschluss scheint sich als absolut sicher zu bewähren. L.

**) Ob, wie dies häufig der Fall ist, beide dem Arbeiter in Geld angerechnet werden, ist hier gleichgültig. L.

in dem sich die Arbeiter vor dem Anfahren versammeln, befindet sich die Lampenstube, oft durch ein Schalter mit jenem Raume in Verbindung stehend. Jede Lampe hat dort ihren numerirten Platz und trägt auch selbst ihre betreffende Nummer. Der Reihe nach, wie die Arbeiter herantreten, um sich zur Schicht zu begeben, wird jedem seine Lampe eingehändigt und dies in einem Controlregister, in welchem alle Arbeiter mit ihrer Lampennummer verzeichnet stehen, notirt. Auf diese Weise wird jeder Arbeiter für seine Lampe verantwortlich gemacht. Nach beendigter Schicht giebt er dieselbe wieder ab, worauf sie gereinigt, sorgfältig revidirt und bis zum anderen Tage an ihren Platz gehängt wird. Jede verlorene oder zu stark beschädigte Lampe kostet den Arbeitern einen Geldabzug von mindestens dem betreffenden Werthe, ausgenommen den Fall höherer Gewalt, welcher immer leicht zu constatiren ist.

Der Lampenstube steht ein besonderer Aufseher vor, dessen ausschliesslicher Dienst darin besteht, für den guten Zustand der Lampen zu sorgen. Die Ausführung der Reparaturen geschieht entweder durch das Personal der Lampenstube selbst oder besser in der Werkstatt.

Der Vorsteher der Lampenstube hat einen oder mehrere Gehülfen, welche das tägliche Reinigen aller Lampen besorgen. Das hineingegossene Oelquantum entspricht der Maximaldauer einer Schicht, und dadurch, dass die Lampen verschlossen werden, wird eine Vergeudung resp. Entwendung von Oel mehr oder weniger vorgebeugt.

Aus Vorstehendem ergiebt sich, wie die Lampenausgabe zugleich eine Controle über die Zahl, den Namen u. s. w. der angefahrenen Arbeiter bietet. Um durch einen einfachen Besuch der Lampenstube in jedem Augenblicke Zahl und Namen der in der Grube befindlichen Arbeiter noch sicherer controliren zu können, hat man vielfach die Einrichtung, dass jeder Arbeiter beim Anfahren gegen Entnahme seiner Lampe eine entsprechend numerirte Blechmarke abgiebt, welche an den Platz der Lampe gehängt und nach der Schicht dem seine Lampe zurückbringenden Arbeiter wieder ausgehändigt wird.

Die Ausgabe der Lampen am Schalter geschieht in der Regel durch einen Betriebsbeamten, der sich bei jeder Lampe erst überzeugt, dass sie in gutem Zustande und verschlossen ist, dass der Glas- und der Drahtcylinder fest sitzt u. s. w.

730. Zum Wiederanzünden der Lampen, welche während der Schicht durch Schlagwetter oder durch eine Ungeschicklichkeit des Arbeiters oder durch Zufall erlöschen, bezeichnet man einen Punkt, der vor Schlagwettern ganz sicher ist, z. B. das Füllort. Eine damit betraute, zuverlässige Person öffnet die dorthin gebrachten erloschenen Lampen mittelst eines Schlüssels *), reinigt sie, zündet sie wieder an

*) Oder des Magneten. L.

und verschliesst sie wieder. Da in manchen schlagwetterführenden Gruben ganz absolute Sicherheit selbst an den Füllörtern nicht herrscht, so ist es am sichersten, die erloschenen Lampen auf dem Fördergerippe zu Tage zu schicken und dort wieder anzünden zu lassen. Dies hat auch den Vortheil, dass die Lampe dabei besser nachgesehen werden kann.

Der Transport der Lampen von den Arbeitspunkten zum Füllort und zurück erfolgt durch junge Arbeiter. Um diesen Transport zu sparen, hält man zuweilen an solchen Punkten, wo die Lampen leicht erlöschen oder welche ganz besonders entlegen sind, einige brennende Reservelampen *).

731. Die bis jetzt beschriebenen Lampen werden sämmtlich mit Rüböl gespeist. Der Verbrauch an diesem Materiale beträgt ungefähr 4 bis 5 g pro Lampe und Stunde Brennzeit. Man hat versucht, die Beleuchtungskosten durch Verwendung des viel billigeren und dabei noch besser leuchtenden Petroleums zu verringern. Zweckmässige Lampen zu diesem Zwecke haben u. A. die Belgier Arnould und Souheur angegeben. Seiner Gefährlichkeit wegen wird jedoch jenes Brennmaterial bis jetzt für Sicherheitslampen nicht angewendet **).

732. Auch elektrische Grubenlampen sind construirt worden. Speciell mag hier die Lampe von Dumas und Benoit erwähnt werden, welche folgendermaassen eingerichtet ist:

Eine galvanische Batterie und ein Inductionsapparat sind in einer Kapsel so angebracht, dass sie möglichst wenig Raum einnehmen und das Ganze bequem zu transportiren ist. Seitlich an der Kapsel ist eine Geisler'sche Röhre befestigt, welche mit dem Inductionsapparat in Verbindung steht. So lange der galvanische Strom andauert, was ohne Unterbrechung 12 bis 15 Stunden lang währen kann, giebt die Röhre ein vollständig ausreichendes Licht von sich.

Das hier in der Geisler'schen Röhre entstehende Licht wird von der Natur der die Röhre umgebenden Atmosphäre nicht beeinflusst. Es leuchtet daher auch inmitten explosibler, erstickender oder giftiger Gase und eben wegen dieses Umstandes sollte es hier erwähnt werden. Unter Umständen kann es nämlich ein nützliches Hülfsmittel bei der

*) Bei der in der nächstfolgenden Anmerkung erwähnten Benzinlampe von Wolf hat der Erfinder kürzlich eine innere Zündvorrichtung angebracht, welche gestattet, die mit magnetischem Verschluss versehene Lampe im verschlossenen Zustande sofort wieder anzuzünden. L.

**) In der neuerdings in Deutschland ziemlich verbreiteten Sicherheitslampe von Wolf wird das noch viel leichter entzündliche Benzin ohne Gefahr zum Brennen benutzt. Der Behälter ist bei dieser Lampe mit Watte ausgefüllt, welche das Benzin vollständig aufsaugt und nach Maassgabe des Verbrauchs an den Docht wieder abgiebt. Der Benzinbrand soll sich billiger stellen als der Rübölbrand. L.

Anwendung der Respirationsapparate zum Eindringen in Gase der genannten Art sein. Diese letzteren Apparate werden erst später zur Besprechung kommen.

§. 6.

Explosionen und Grubenbrände.

733. Schlagwetterexplosionen können aus zweierlei Veranlassung entstehen. Eine derselben ist die Beleuchtung. Sie ist die weniger häufige und kann durch sorgfältige Einrichtung des Beleuchtungswesens auf Fälle ganz abnormer Böswilligkeit oder Fahrlässigkeit beschränkt werden. Uebrigens sind die Arbeiter in den schlagwetterführenden Gruben sich gewöhnlich wohl bewusst, dass sie die am meisten Interessirten sind, und machen oft zu allererst auf etwaige Unvollkommenheiten oder Nachlässigkeiten im Beleuchtungswesen aufmerksam.

734. Die häufigste Ursache von Schlagwetterexplosionen ist die Schiessarbeit. Man kann sagen, dass neun Zehntel aller vorkommenden Fälle auf diese Ursache zurückzuführen sind. Die in dieser Beziehung bei der Schiessarbeit zu beobachtenden Vorsichtsmaassregeln sind demnach hier kurz zusammenzustellen.

Die erste Regel ist, in schlagwetterbehafteten Gruben nur im ganz frischen Wetterstrome zu schiessen. Jeder Wetterstrom, der schon einen Abbau bestrichen hat, ist als ungeeignet zur Ventilation eines mit Schiessarbeit betriebenen Punktes anzusehen.

Hieraus geht hervor, dass*) von den Flötzstrecken nur die untersten, die Grundstrecken, mit Zuhülfenahme des Pulvers hergestellt werden dürfen, während in allen oberen Strecken, besonders in den Wetterzügen, nur mit der Keilhaue oder dem Federkeil gearbeitet werden darf. Man ist leicht versucht, diese Regel weniger streng zu nehmen und der Lohnersparniss wegen die Schiessarbeit überall da zu gestatten, wo sich keine Grubengasansammlungen und kein gefährlicher Gehalt des Wetterstromes an Grubengas zeigt. Dagegen ist aber zu bemerken, dass die verschiedensten Umstände ganz unvermuthet Schlagwetter in die Umgebung des Sprengschusses führen können. Es braucht nur in der Nachbarschaft ein Bläser angehauen oder der Wetterzug durch einen Bruch, falsche Stellung einer Wetterthür oder dergleichen unterbrochen oder geschwächt zu werden, um das vorher ungefährliche Schiessen plötzlich gefährlich zu machen.

*) In stark schlagwetterführenden Gruben. L.

Es genügt noch nicht, dass der mit Schiessarbeit zu betreibende Punkt mit frischen Wettern gespeist sei; er darf auch nicht zu nahe bei einem grubengasführenden Abbaustosse gelegen sein. Anderenfalls würde irgend eine Störung des Wetterwechsels genügen, um die Schlagwetter sich bis zu dem Sprengschusse aufstauen zu lassen.

Wir haben gesehen, wie zum Auffahren resp. Nachführen der Strecken ohne Pulver der Federkeil zu Hülfe genommen werden kann (377). Die Anwendung maschineller Keilapparate (465) kann die Aufgabe in vielen Fällen noch erleichtern.

735. Grubenbrände können aus dreierlei Ursachen entstehen. Diese Ursachen sind:

1. Unvorsichtigkeit mit offenen Lampen oder Feuerungen. Ein offenes Licht oder eine geöffnete Lampe kann die Zimmerung, das Futter in den unterirdischen Pferdeställen u. s. w. in Brand setzen. Auch kann die Feuerung eines Wetterofens oder eines unterirdischen Dampfkessels bei unvorsichtiger Bedienung zu Bränden Veranlassung geben.

736. 2. Grubengasentzündungen. Diese sind die häufigste Ursache von Grubenbränden. Wenn sich in einem Abbau Schlagwetter entzünden, so wird dadurch fast immer auch das Holzwerk, die etwa vorhandenen Faschinen, der Bergeversatz oder sogar die Kohle in Brand gesetzt.

737. 3. Selbstentzündung im „alten Mann“. Dieser letzte Fall, bei weitem der schlimmste, kommt hauptsächlich dann vor, wenn viel Feinkohle im Versatz zurückgelassen ist und dieser von einem zur Abkühlung zu schwachen, zur Unterhaltung der langsamen Verbrennung aber ausreichenden Wetterwechsel ventilirt wird.

Die Gegenwart von Schwefelkies (10) in den Bergen begünstigt, zumal beim Hinzukommen einiger Feuchtigkeit, die Erhitzung. Mächtige Flötze sind in erster Linie der Selbstentzündung ausgesetzt. Besonders sind es die zubruchegegangenen Partien, welche mit grösster Leichtigkeit in Brand gerathen.

Erste Regel ist daher, keine Kohle im Bergeversatz zu belassen. Kommt eine Lage Schwefelkies vor, so ist es besser, denselben zu Tage zu fördern, wo er möglicher Weise sogar verwerthet werden kann, als ihn unter den Versatz zu werfen. Bei den mächtigen Flötzen lässt sich die Selbstentzündung nur dadurch vermeiden, dass man die ausgewonnenen Räume vollkommen mit unentzündlichen Massen, welche nöthigenfalls von Tage eingefördert werden, ausfüllt.

Zur frühzeitigen Erkennung des drohenden Grubenbrandes dienen aufmerksame Temperaturbeobachtungen, besonders in den ausziehenden Wetterstrecken.

738. Wenn sich der Beginn einer Erwärmung beim Bergeversatze zeigt, sucht man dieselbe zunächst durch Abkühlung des Gesteins mittelst eines lebhaften Wetterzuges zu bekämpfen. Zu diesem Zwecke wältigt man Verbindungswege in dem betreffenden Felde auf und leitet durch dieselben einen hinreichend starken Strom möglichst frischer Wetter. Damit dieses Mittel gelingt, darf natürlich die Erhitzung noch nicht so weit vorgeschritten sein, dass die langsame Zersetzung in förmliche Verbrennung übergegangen ist. In letzterem Falle würde der Luftstrom den Brand nur noch befördern; statt dessen müsste dann gerade umgekehrt das Feuer durch dichte, jede Luft abschliessende Dämme oder durch die nachstehenden Mittel erstickt werden.

739. Wenn ein Brand wirklich ausgebrochen ist, sei es durch zu weit vorgeschrittene Selbsterhitzung des „alten Mannes“, sei es durch eine der vorher angeführten Ursachen, so muss eins der folgenden Mittel ergriffen werden.

740. Ist der Herd des Brandes noch nicht sehr ausgedehnt und leicht zugänglich, so kann man Löschversuche mit Feuerspritzen anstellen. Solche haben schon oft den Erfolg gehabt, dass der Brand im Entstehen bewältigt wurde; gleichwohl aber können auch viele Umstände diesen Erfolg vereiteln.

Häufig ist der Herd nur von einer Seite zugänglich, während die andere Seite durch den Rauch und die Verbrennungsproducte unnahbar gemacht ist. Wenn dann das Feuer schon einigermaassen ausgedehnt ist, lässt es sich nicht mehr löschen. Oft auch ist es schwierig oder unmöglich, die Spritzen in der Nähe des Brandes aufzustellen oder schnell genug die nöthigen Wassermengen herbeizuschaffen.

Nicht selten endlich, wenn nämlich die Baue Schlagwetter führen, verhindern die entstehenden Explosionen die Annäherung an den Brand.

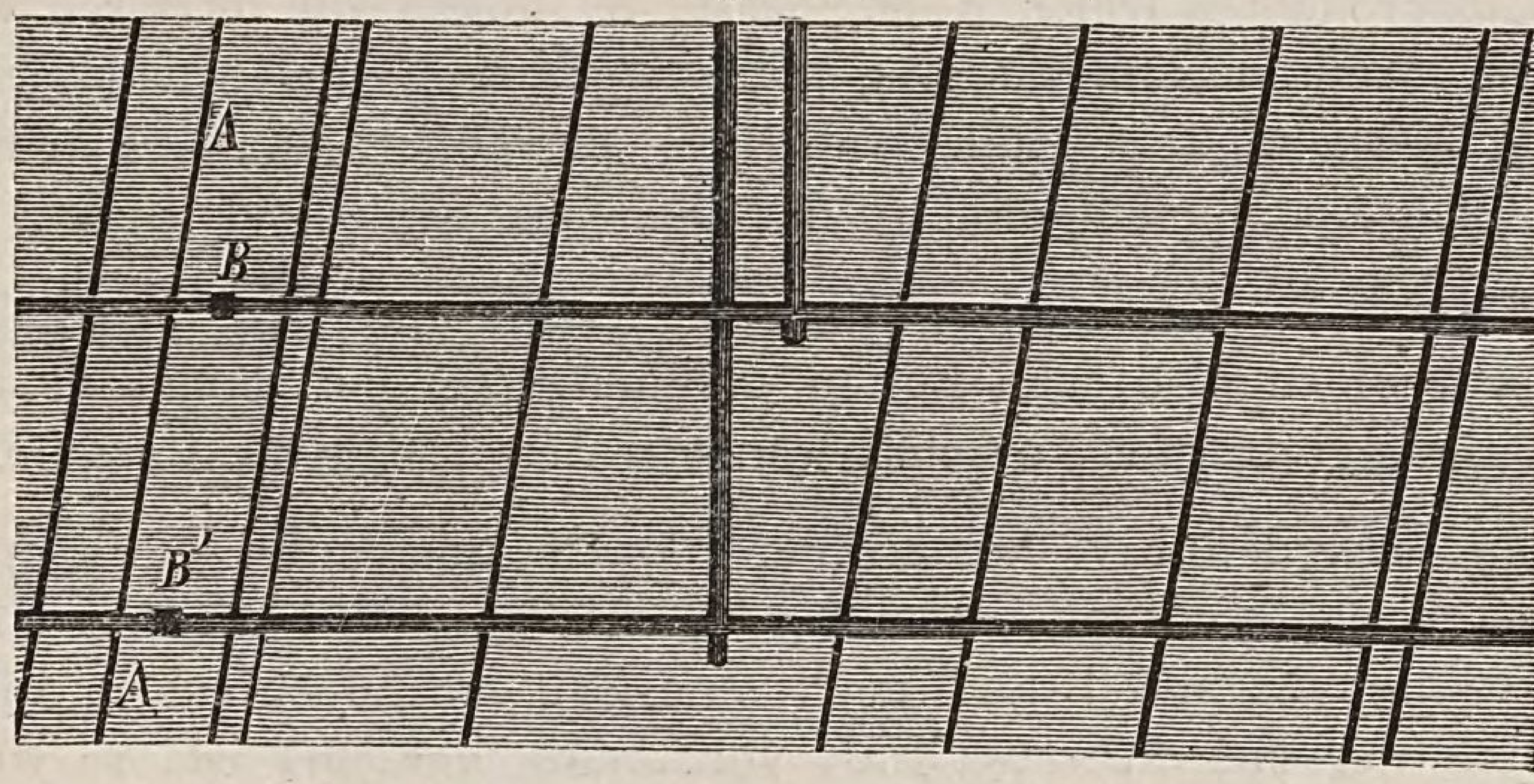
741. Wenn also jenes Mittel nicht angewendet werden kann oder sich als unwirksam erweist, so versucht man, das Feuer durch Luftabschluss, d. h. durch dichte Abdämmung des ganzen Brandfeldes, zu ersticken.

Um ein Beispiel zu betrachten, stelle Fig. 362 eine Grube dar, welche eine Reihe von Flötzen von zwei Querschlägen aus abbaut. Auf dem Flötze AA sei Grubenbrand ausgebrochen. Wenn man dann die beiden Querschläge bei B und B' luftdicht verdämmt, so hat man Aussicht, das Feuer durch Luftmangel und durch die eigenen Verbrennungsproducte zu ersticken. Unterdessen — bis die Dämme wieder

geöffnet werden können — geht der Abbau in den anderen Theilen der Grube um.

Hinsichtlich der Ausführung dieses oft erfolgreichen Verfahrens sind einige wichtige Einzelheiten zu erörtern.

Fig. 362.



742. Die Abdämmung des unteren Theiles ist im Allgemeinen leicht, da die Arbeiter sich dabei in guten Wettern befinden. Die Abdämmung des oberen Theiles hingegen bietet meistens sehr grosse Schwierigkeiten, weil die Wetter in der betreffenden Strecke oft nicht athembar sind. Die Arbeiter müssen dann durch besondere Mittel mit Luft versorgt werden, entweder durch Lutten oder durch die später zu beschreibenden Respirationsapparate, oder, wenn die Umstände es erlauben, durch vorübergehende Umkehrung des Wetterzuges.

Besonders wenn die Baue Schlagwetter führen, ist die Herstellung der Verdämmungen schwierig und gefährlich. Oft zerstört dann eine Explosion Alles wieder, bevor es beendigt ist, und macht die Vollendung der Arbeit unmöglich.

743. Wenn, wie im vorstehenden Beispiel, eine Grubenabtheilung durch zwei Dämme in zwei über einander liegenden Sohlen abzusperren ist, so fragt es sich, welcher von beiden Dämmen zuerst ausgeführt werden soll.

Erfahrung und Theorie scheinen dafür zu sprechen, dass, wenn das vom Brande betroffene Feld Grubengas führt, zuerst die obere Sohle verdämmt wird. Auf Grund der bei einem Brande in der Grube Agrappe in Belgien gemachten Erfahrungen haben die damit befasst gewesenen Techniker folgendes Urtheil abgegeben:

„Wenn man die Wetterabzugsstrecke versperrt, so werden die Verbrennungsgase zurückgedämmt und mischen sich mit der Luft, welche dem Brande zuströmt. Zu gleicher Zeit entwickelt sich Grubengas in dem Felde und strebt mit der Luft ein explosibles Gemenge zu bilden. Da aber jene Verbrennungsgase auf dieses Gemisch eine neutralisirende

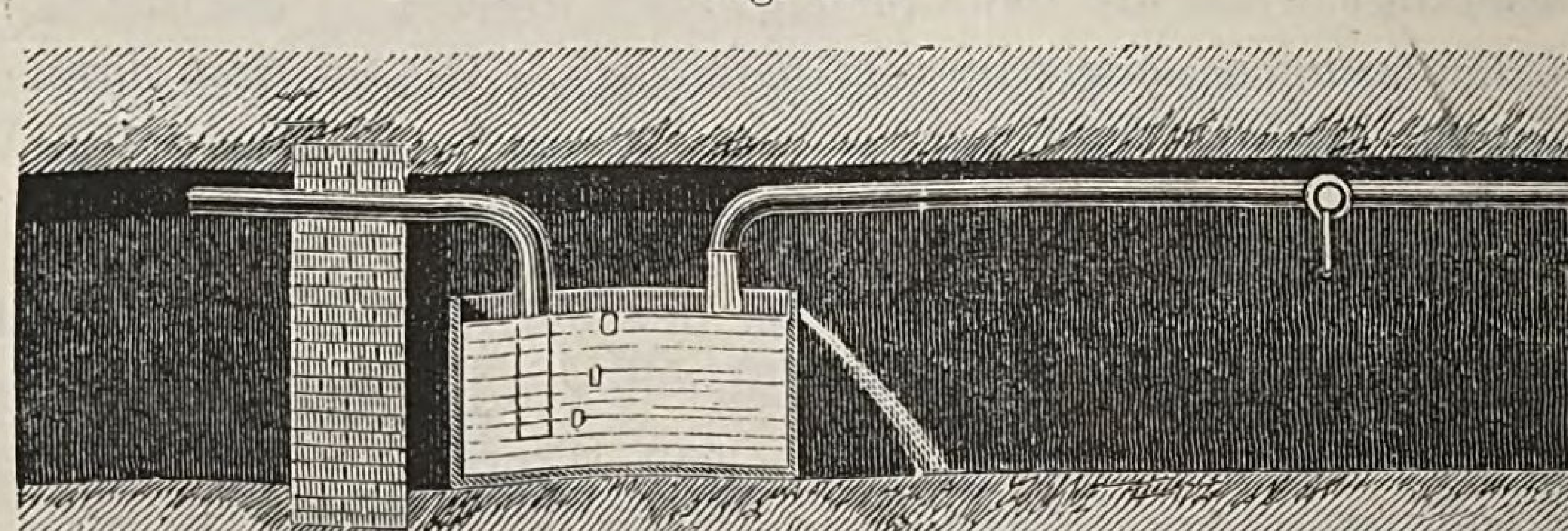
Wirkung ausüben, in der Weise, dass schon ein Gehalt von 10 Proc. an solchen Gasen die Explosion verhindert, so ist, wenn die nöthige Menge Verbrennungsgase sich gleichzeitig oder vor dem Grubengase mit der Luft mischt, eine Explosion nicht zu befürchten. Wenn man dagegen die Wetterzuführungsstrecke zuerst abschliesst und den Verbrennungsproducten freien Abzug lässt, so folgen die letzteren wegen ihrer Leichtigkeit dem ihnen gebotenen Auswege, während sich die Luft in dem Brandfelde mit Grubengas schwängert, und es tritt unvermeidlich ein Moment ein, wo das Gemenge explosibel wird."

744. Die Wetterdämme werden aus festgestampftem, durch Mauerwerk zusammengehaltenen Letten gebildet. In den Damm muss ein Rohr eingefügt werden, welches während der Arbeit die Gase abführt.

745. Der definitive Schluss der Dämme muss unter gewissen Vorsichtsmaassregeln vorgenommen werden. Da nämlich nach dem Schluss der Verdämmung der Brand noch eine Zeit lang fortdauert, bis der Sauerstoff der eingesperrten Luft vollständig verzehrt ist, so würden die von dieser Verbrennung herrührenden Gase, wenn sie keinen Ausweg fänden, schliesslich einen bedeutenden Druck ausüben. Andererseits ist zu vermeiden, dass durch die nachfolgende Abkühlung frische Luft von aussen eingesogen wird, welche den Brand wieder beleben könnte. Ausserdem könnten durch allzu plötzliches Zurückstauen der abziehenden Gase gefährliche Explosionen veranlasst werden.

Aus diesen Gründen muss man folgendermaassen verfahren: In den oberen Theil des Dammes (Fig. 363) wird ein Knierohr eingesetzt,

Fig. 363.



welches in einen Wasserbehälter eintaucht. Eine mit Hahn versehene Rohrleitung gestattet, dem Reservoir stetig Wasser zuzuführen. Wenn Alles zum Schluss des Dammes bereit ist, strömen die Gase durch das Knierohr und den leeren Wasserbehälter noch frei aus. Man stellt nun den Zuleitungshahn so, dass der Behälter sich langsam mit Wasser füllt, während die Arbeiter Zeit haben sich zurückzuziehen. Der Abschluss vollzieht sich auf diese Weise von selbst und allmählich in dem Maasse, wie der Druck der Wassersäule den Druck der ausströmenden Gase übersteigt. Schliesslich fliesst das Wasser einfach über oder

wird durch das zurückkehrende Personal mittelst des Hahnes abgesperrt.

Bei dieser Einrichtung lassen sich zugleich aus der Menge und Beschaffenheit der aus dem Knierohre durch das Wasser hindurch aufsteigenden Gase fortwährend Schlüsse über den Verlauf des Brandes ziehen.

Wenn schliesslich in Folge eintretender Abkühlung die Atmosphäre des Brandfeldes sich wieder zusammenzieht, so wird Wasser und keine Luft hinter den Damm gesogen. Zu diesem Zwecke muss natürlich der Wasserhahn geöffnet werden und genügende Wassermengen in den Behälter liefern.

746. Nach dem vermuthlichen Erlöschen des Brandes dürfen die Dämme nicht zu rasch wieder geöffnet werden. Sie müssen stets mindestens mehrere Monate lang geschlossen bleiben. Da nämlich wegen des Fehlens jedes Wetterzuges und der geringen Wärmeleitung des Gebirges die Abkühlung des Brandfeldes äusserst langsam vor sich geht, kann die Gluth noch lange nach dem vollständigen Aufhören der Verbrennung fortdauern. Diese letztere kann deshalb beim ersten Luftzutritt sogleich wieder beginnen.

747. Die luftdichte Abdämmung des vom Grubenbrande betroffenen Feldes ist das praktischste und bequemste Mittel zur Beseitigung des Uebels, da im Falle des Gelingens der Abdämmung der Betrieb in dem übrigen Theile der Grube fortgesetzt werden kann. Leider aber ist jenes Mittel häufig entweder unanwendbar oder wegen der entstehenden Grubengasexplosionen erfolglos. In diesem Falle muss die ganze Grube durch Zudecken aller Schächte abgeschlossen werden. Man baut starke Bühnen etwas unterhalb der Hängebänke ein und bringt eine Schicht Letten darauf. Auch diese Dämme müssen eingesetzte Rohre erhalten, wie solche für die Streckenverdämmungen als nothwendig dargestellt wurden.

Der vollständige Abschluss der Grube gelingt fast immer, aber es bedarf eines langen Zeitraumes, bis der Betrieb wieder aufgenommen werden kann. Wenn man die Schächte zu früh wieder öffnet, lebt der Brand mit grösster Leichtigkeit wieder auf und Alles muss wiederholt werden. Die Anwendung des fraglichen Verfahrens ist auch nicht überall möglich, sei es, dass Schlagwetterexplosionen die Schachtdämme zerstören, sei es, dass die Baue der Grube mit denjenigen einer Nachbargrube durch „alten Mann", welcher Luft zutreten lässt, in Verbindung stehen.

748. Wenn die Erstickung des Brandes auf trockenem Wege nicht möglich ist, steht als äusserstes Mittel nur noch das Unterwassersetzen der Grube zur Verfügung. Das Aufgehenlassen der

natürlichen Zuflüsse wird für sich allein in der Regel zu langsam zum Ziele führen, weshalb es durch Einleiten möglichst grosser Wassermengen von Tage her unterstützt werden muss. Sobald alle Baue angefüllt sind, hat man sie nur wieder leer zu pumpen, um den Betrieb wieder aufnehmen zu können.

Der Erfolg dieses Mittels ist natürlicher Weise sicher, aber dasselbe bringt so grosse Unzuträglichkeiten mit sich, dass es wohl nur dann angewendet wird, wenn man erst alle anderen Mittel vergebens versucht hat. Die erforderlichen Wasserquantitäten sind oft ungeheuer und stehen gewöhnlich in gar keinem Verhältniss zu denjenigen, welche man zur Verfügung hat. Fliesst wirklich in der Nähe des Schachtes ein leicht hineinzuleitendes Gewässer, so steht hinwiederum die Leistungsfähigkeit der Pumpmaschinen in keinem Verhältniss zu den Ansprüchen, welche nachher an sie gestellt werden müssen, um die Grube bald wieder in betriebsfähigen Zustand zu setzen. Wenn dann endlich die Baue wieder trocken gelegt sind, so findet man sie gewöhnlich durch Brüche u. s. w. übel zugerichtet.

Man sieht, dass eine Grube, bei welcher zu diesem Mittel geschritten werden muss, zu einem langen Stillstande verurtheilt ist.

749. Bevor man sich hierzu entschliesst, kann man auch noch die Anwendung absichtlich erzeugter Stickgase versuchen, womit schon gute Resultate erzielt worden sind. Man leitet grössere Mengen Kohlensäure in die Grube und entzieht dadurch dem Brande den nährenden Sauerstoff.

Das Nähere dieses Verfahrens, welches z. B. auf der Grube Agrappe bei Mons zur Anwendung gekommen ist, besteht in Folgendem:

Neben der Hängebank des einziehenden Schachtes wird eine mit Koke beschickte Feuerung angelegt, welche im Stande ist, grosse Mengen Kohlensäure zu erzeugen. Dieses Gas wird durch einen Canal in den an seiner Mündung luftdicht abgedeckten Schacht geleitet. Nöthigenfalls kühlt man es darin durch Wasserstrahlen ab.

Der ausziehende Schacht wird ebenfalls zugedeckt, jedoch vorerst unter Aussparung eines Rohres, durch welches das von den Generatorgasen verdrängte Volumen Grubenluft entweichen kann.

Die Feuerung hält man mehrere Tage hindurch in Thätigkeit, so dass sich die ganze Grube mit Kohlensäure und Stickstoff füllt. Wann dies erreicht ist, lässt sich aus der Natur der aus dem Wetterschachte entweichenden Gase erkennen. Man stellt dann das Feuern ein und schliesst die Grube vollständig, um den Brand sich ruhig abkühlen zu lassen.

750. In Schottland, wo das in Rede stehende Verfahren ebenfalls mit Erfolg angewendet ist, wurde die Kohlensäure zum Theil durch Brennen von Kalkstein erzeugt. Die heissen Gase von Kokes-

feuerungen wurden durch Kalköfen hindurchgeleitet und nahmen die Kohlensäure des Kalksteins mit sich fort. Zugleich mit der Kohlensäure liess man hochgespannten Wasserdampf, der eine Wasserschicht durchstrich und sich dadurch mit feinzertheiltem Wasser belud, in den Schacht einströmen.

751. Dies sind die Mittel, unter denen man nach den Umständen zu wählen hat. Man darf sich nicht verhehlen, dass die dabei vorkommenden Arbeiten meistens schwierig und gefährlich sind. Sie erfordern viel Umsicht und Kaltblütigkeit und die betreffenden Vorkommnisse verursachen immer bedeutende finanzielle Verluste, wenn sie nicht gar die Existenz der Grube in Frage stellen. Es ist daher alle mögliche Vorsicht anzuwenden, um sie zu vermeiden.

§. 7.

Apparate zum Eindringen in irrespirable Gase.

752. Schlagwetterexplosionen oder Grubenbrände füllen die Grubenbaue ganz oder theilweise mit giftigen, betäubenden oder erstickenden Gasgemischen, welche die etwa nöthigen Rettungsarbeiten schwierig und gefährlich, oft sogar unmöglich machen (71). Nach grösseren Explosionen verhindern diese Gase fast immer die Bergung der in der Grube abgeschnittenen Arbeiter, bei einem Grubenbrande machen sie die Arbeiten zur Localisirung und Löschung des Brandes sehr umständlich.

Seit lange sucht man nach Mitteln, um in irrespirable Atmosphären einzudringen, aber die Aufgabe bietet nach allen Richtungen hin Schwierigkeiten und ist deshalb bei Weitem noch nicht definitiv gelöst. So unvollkommen indessen die heutigen Apparate in praktischer Beziehung noch sind, so können sie doch in manchen Fällen schon unzweifelhafte Dienste leisten. Wenn sie auch noch nicht gestatten, unbehindert in alle Baue einzudringen und ohne Weiteres darin z. B. Rettungsarbeiten vorzunehmen, so gestatten sie doch wenigstens, etwa eine aufgerissene oder beschädigte Wetterthür in Stand zu setzen und dadurch den Wetterzug wieder zu regeln, oder in Eile einen Damm zur Einschliessung eines Grubenbrandes herzustellen: Alles an Orten, welche man sonst nicht würde betreten können.

Wir haben gesehen, dass oft nur deshalb die Zudämmung oder das Unterwassersetzen einer ganzen Grube nothwendig wird, weil die Herstellung eines einfachen Dammes in der Wetterabzugsstrecke der vom Grubenbrande betroffenen Grubenabtheilung — welche zur Hebung des Uebels vollständig genügen würde — wegen der Brandgase nicht

möglich ist. Nach einer Schlagwetterexplosion kommt es oft nur darauf an, eine bestimmte Wetterthür wieder zu schliessen oder zu öffnen, um den Wetterwechsel wieder herzustellen, während der Zugang zu derselben durch die Nachschwaden versperrt ist. Die Frage nach jenen Apparaten verdient daher auf der Tagesordnung zu bleiben und ihre praktische Lösung würde der Bergbaukunst einen unschätzbaren Dienst erweisen.

Die verschiedenen bis jetzt zur Lösung der Aufgabe vorgeschlagenen Mittel mögen hier kurz durchgegangen werden. Die grosse Schwierigkeit besteht darin, dass man mit schweren und voluminösen Apparaten nicht in die oft durch die Explosion verschütteten Baue oder in die engen Abbaustätten eindringen kann.

753. Das einfachste Mittel ist, durch ein Rohr zu athmen, dessen Ende in der guten Luft zurückbleibt. Der Apparat besteht dann aus einem einfachen, biegsamen, aber starken Rohre, dessen eines Ende in die frische Luft mündet, während das andere den Mund des in die schlechte Luft eindringenden Menschen bedeckt. Das letztere Ende des Rohres bildet ein Mundstück mit zwei Klappen, von denen die eine zur Einathmung der frischen Luft sich nach dem Munde hin, die andere aber zum Austritt der ausgeathmeten Luft nach aussen öffnet.

Bei dem Respirator von Denayrouze sitzen die beiden Klappen, welche aus Kautschuk bestehen und zungenförmig gestaltet sind, an einer kleinen Büchse aus Weissblech, welche auf dem Rücken getragen wird. Dieselbe steht mit dem Munde des Trägers durch ein biegsames Rohr in Verbindung, dessen flaches Mundstück zwischen Zahnfleisch und Lippen genommen wird. Die Nase wird durch eine Klemmvorrichtung geschlossen.

Um ein leichtes Athmen zu gestatten, darf der Durchmesser des Zuleitungsrohres nicht zu klein sein. Bei 2 cm Durchmesser kann man nicht weiter als 20 bis 25 m weit gehen. Bei 4 oder 5 cm Durchmesser würde man sich dagegen bis auf 200 m entfernen können.

Der hier beschriebene Apparat ist der praktischste von allen bis jetzt erfundenen Rettungsapparaten und kann in vielen Fällen sehr gute Dienste leisten. Leider ist seine Anwendung beschränkt durch die Entfernung und die Unmöglichkeit der Beleuchtung, wofern man nicht elektrisches Licht mitführt (732).

754. Wenn man auf grössere Entfernungen mit dem Respirationsrohre vordringen will, so muss dasselbe mit einer Luft-Druckpumpe in Verbindung gebracht werden, welche frische Luft comprimirt und dem Arbeiter zusendet. Damit dieser aber keine comprimirte Luft einathmet, trägt er auf dem Rücken einen sogenannten Regulator, aus welchem die Luft stets mit der gewöhnlichen Spannung austritt,

einerlei unter welchem Drucke sie hineingetrieben wird. Die comprimirte Luft des Regulators dient zugleich zur Speisung einer besonders construirten Lampe, welche mit dem Reservoir durch ein Kautschukröhrchen in Verbindung steht.

Die Einzelheiten der Luftdruckpumpen und des Regulators variiren mannigfach. Die bekanntesten Systeme sind diejenigen von Denayrouze und von Fayol, deren Einrichtung aus besonderen Abhandlungen näher zu studiren ist.

Das Respirationsrohr, mit oder ohne Pumpe, ist zum Vordringen und Arbeiten in einer ganz oder nahezu geradlinigen, frei passirbaren Strecke das einfachste und sicherste Mittel. Zuweilen aber gestatten die Umstände seine Anwendung nicht.

755. In solchen Fällen versucht man es mit Apparaten, welche auf der Mitnahme des Luftvorrathes in möglichst leichtem Reservoir beruhen. Ein solcher transportabler Luftvorrath reicht jedoch, wenn die Luft unter der gewöhnlichen Spannung mitgeführt wird, nur für ganz kurze Zeit. Dies erhellt, wenn man bedenkt, dass ein erwachsener Mensch im Durchschnitt 9 bis 10 Liter Luft pro Minute einathmet. Oft aber genügt es auch, wenn der Vorrath für einige Minuten ausreicht, und für solche Fälle haben die Apparate den Vortheil grosser Einfachheit für sich. Es mögen daher die Apparate von Galibert und Fayol hier erwähnt werden.

756. Der erstere Apparat besteht in einem cylindrischen Blechgefässe, welches von dem Arbeiter auf dem Rücken getragen wird und einen gewissen Luftvorrath enthält. Ein Rohr mit Mundstück gestattet dem Arbeiter, dessen Nase durch einen Klemmer geschlossen ist, aus dem Reservoir zu athmen. Die von ihm ausgeathmete Luft kehrt in dasselbe zurück, so dass der Vorrath sich nach und nach verschlechtert und bald, gewöhnlich nach etwa 10 Minuten, zur Athmung unbrauchbar wird. Diese Zeit kann aber zuweilen gerade genügen, um den beabsichtigten Zweck zu erreichen.

757. Bei dem Fayol'schen Apparate ist das Reservoir eine Art Blasebalg, welcher in dem Maasse, wie die Luft von dem Arbeiter entnommen wird, zusammensinkt. Hier kehrt die ausgeathmete Luft nicht in das Reservoir zurück. Dieses letztere dient zugleich zur Speisung einer Lampe.

Auch der Fayol'sche Apparat gestattet nur einen Aufenthalt von höchstens 10 Minuten in irrespirabler Atmosphäre.

758. Um diesen Aufenthalt zu verlängern, hat man die Anwendung stark comprimirter Luft in metallenen Reservoiren versucht. Der bekannteste Apparat dieser Art ist derjenige von Rouquairol-Denayrouze. Die Luft wird dabei durch eine besondere Pumpe auf

25 Atmosphären comprimirt und in einem Stahlreservoir auf dem Rücken des Arbeiters mitgeführt. Ein Regulator lässt diese Luft unter dem gewöhnlichen Druck durch ein Rohr mit Mundstück austreten.

Der Arbeiter ist mit einer Sicherheitslampe versehen, welche aus einem besonderen, mit ihr verbundenen Stahlreservoir gespeist wird.

Diese Apparate gestatten einen Aufenthalt von 15 bis 20 Minuten in irrespirabler Atmosphäre. Sie können daher mit Vortheil zur Vornahme von Recognoscirungen und kleinen Arbeiten, zur Regulirung des Wetterzuges u. s. w. benutzt werden.

759. Professor Schwann von der Universität zu Lüttich hat noch andere Methoden angegeben, durch welche die Aufgabe noch besser gelöst sein dürfte. Um dieselben zu verstehen, muss man sich zunächst den Athmungsprocess klar machen.

Die atmosphärische Luft besteht bekanntlich (69) dem Volumen nach aus 21 Thln. Sauerstoff und 79 Thln. Stickstoff. Das letztere Gas, also der Hauptbestandtheil, spielt bei der Athmung keine active Rolle. Vielmehr wird nur der Sauerstoff, und auch dieser bei jedem Athemzuge nur zum Theil, verbraucht und durch Kohlensäure ersetzt, so dass die ausgeathmete Luft sich von der eingeathmeten durch einen Mehrgehalt an Kohlensäure und einen Mindergehalt an Sauerstoff unterscheidet. Schwann macht nun die ausgeathmete Luft dadurch von Neuem athembar, dass er ihr die aufgenommene Kohlensäure wieder entzieht und den abgegebenen Sauerstoff wieder zuführt, während das ursprüngliche Volumen Stickstoff immer wieder benutzt wird. Dieses Resultat wird auf folgende Weise erzielt:

Der Arbeiter trägt auf der Brust einen flachen, elastischen Behälter mit atmosphärischer Luft von gewöhnlicher Spannung. Der Inhalt braucht nur so gross zu sein, dass er für einen Athemzug genügt. Das Athemholen aus diesem Behälter erfolgt durch ein Rohr mit Mundstück und ein in der Richtung des Einathmens sich öffnendes Ventil. Die ausgeathmete Luft geht durch ein zweites, mit einem im umgekehrten Sinne sich öffnenden Ventil versehenes Rohr in ein Reservoir, welches der Arbeiter auf dem Rücken trägt und in welchem sich gelöschter Kalk befindet. Durch die Berührung mit dieser Substanz wird der ausgeathmeten Luft ihre Kohlensäure entzogen. In Verbindung mit dem Kalkbehälter stehen zwei cylindrische Metallgefässe, welche mit comprimirtem Sauerstoff von 4 Atmosphären Druck gefüllt sind. Ein Regulator vermittelt den gleichmässig langsamen Austritt dieses Gases in die von ihrer Kohlensäure befreite Luft am Ausgange des Kalkbehälters und giebt ihr die ursprüngliche Zusammensetzung wieder. Die auf diese Weise regenerirte Luft kehrt in das erste Reservoir zurück und dient von Neuem zur Athmung. Dieser Process wiederholt

sich so lange, bis der Kalk mit Kohlensäure gesättigt oder die Sauerstoffbehälter geleert sind.

Da der Sauerstoffverbrauch bei der Athmung eines erwachsenen Menschen im Durchschnitt nur 23 Liter pro Stunde beträgt, so kann man offenbar mit einem geringen Vorrath desselben verhältnissmässig lange Zeit hindurch athmen. So sind die Schwann'schen Apparate bei einem für $2^1/_2$ stündiges Athmen genügenden Kalk- und Sauerstoffvorrath nicht schwerer und voluminöser, als diejenigen von Denayrouze.

Der Verfasser hat den Schwann'schen Apparat an sich selbst probirt und mit demselben wiederholt zwei bis drei Stunden lang ohne jede Beschwerde geathmet.

Die Zuhülfenahme künstlichen Sauerstoffs scheint sonach bis jetzt das beste Mittel zur Lösung der Aufgabe zu sein. Das Gas ist ausserdem sehr leicht zu bereiten und erfolgt in geschlossenem Gefässe von selbst in dem gewünschten comprimirten Zustande.

Schwann hat auch noch einfachere Apparate construirt, bei welchen reiner Sauerstoff eingeathmet wird. Das Gas ist unter gewöhnlichem Drucke in einem auf dem Rücken getragenen Behälter eingeschlossen. Man athmet dasselbe durch ein Rohr direct ein, während das ausgeathmete Gas durch ein anderes Rohr in ein Gefäss mit Kalk gelangt, in welchem es vor seiner Rückkehr in den ersten Behälter seiner Kohlensäure entledigt wird. Man kann auf diese Weise so lange athmen, bis aller Sauerstoff durch die Lunge absorbirt, d. h. bis der Behälter geleert ist, was erst nach ziemlich langer Zeit eintritt.

Der Verfasser hat an sich selbst constatirt, dass das Einathmen reinen Sauerstoffs während zwei bis drei Stunden keine Unzuträglichkeiten hat.

Diese Apparate würden somit einen zwei- bis dreistündigen Aufenthalt inmitten irrespirabler Gase erlauben, sie lassen aber noch die Frage der Beleuchtung übrig. Diese Frage könnte vielleicht durch die schon beschriebenen elektrischen Leuchtapparate (732) zweckmässig erledigt werden.

760. Wie am Eingange des gegenwärtigen Paragraphen schon gesagt wurde, sind die beschriebenen Apparate noch wenig in die Praxis übergegangen. Sie sind meist theuer in der Anschaffung, difficil in der Unterhaltung und erfordern eine gewisse Uebung in der Anwendung.

Es würde sich empfehlen, für die einzelnen Districte schlagwetterbehafteter oder von Grubenbränden heimgesuchter Gruben auf gemeinschaftliche Kosten der letzteren besondere Stationen zu organisiren, welche nicht nur die hier beschriebenen Respirationsapparate, sondern auch einen ganzen Park von Seilen, Fahrten, Wetterlutten, Wetter-

trommeln, locomobilen Rettungshaspeln, Taucherapparaten u. s. w. besitzen müssten. Zu gleicher Zeit müsste ein aus den besten Kräften der verschiedenen Belegschaften ausgewähltes Personal vorhanden sein, welches in der Unterhaltung und dem Gebrauche der verschiedenen Apparate geübt wäre und fortwährend weiter geübt würde.

Eine solche Einrichtung würde unzweifelhaft sehr gute Dienste leisten. In Deutschland besteht sie stellenweise schon für das später zu besprechende bergmännische Taucherwesen. In Belgien ist durch die Hauptgruben des Serainger Beckens ein Anfang gemacht, indem diese sich zur gemeinschaftlichen Beschaffung von Apparaten zum Eindringen in irrespirable Gase vereinigt haben. Bei Abfassung des Buches war im Lütticher Reviere die Organisation vollständiger Rettungsstationen der vorgedachten Art geplant.

Derartige Pläne verwirklichen sich natürlicher Weise nicht von einem Tage zum anderen, sondern nur langsam und in dem Maasse, wie ernste Erfahrungen darauf hinweisen.

Zwölftes Capitel.

Die Abbausysteme.

§. 1.

Allgemeines.

761. Es ist in einem früheren Abschnitte davon die Rede gewesen (506), dass die Resultate eines Betriebes unter Anderem von der Anordnung der Abbaustösse, d. h. von dem Abbausysteme abhängen. Da bei der Wahl des Abbausystems die Gesichtspunkte der Förderung zum Schachte und der Wetterführung eine grosse Rolle spielen, so mussten diese beiden Gegenstände vorher behandelt werden. Hieran reiht sich nunmehr, zur Anwendung der bisher gegebenen Regeln, die Betrachtung der hauptsächlichsten Abbausysteme, wie sie sich je nach den hauptsächlichsten Variationen der Flötzverhältnisse herausgebildet haben.

762. Wie schon gezeigt wurde (389), stellt man, nachdem das abzubauende Flötz in zwei Sohlen querschlägig aufgeschlossen ist, zuerst in demselben eine Verbindung zwischen den beiden Sohlen her, um Wetterlosung zu erhalten. Wenn dies geschehen ist, theilt man das zwischen den beiden Sohlen anstehende Feld in Streifen, von denen jeder für sich der Länge nach abgebaut wird.

Diese Streifen können je nach den Umständen grössere oder geringere Breite haben. Die Linie, in der das Losarbeiten der Kohle des betreffenden Flötzstreifens stattfindet, heisst Abbaustoss. Die Richtung und Vertheilung dieser Abbaustösse, also auch die Richtung der ganzen Streifen ist nun verschieden je nach dem Einfallen, der Mächtigkeit und der Zusammensetzung des Flötzes, nach der Beschaffenheit der Kohle und der einschliessenden Gebirgsschichten und nach örtlichen Gewohnheiten; hieraus entstehen eben die verschiedenen Abbausysteme.

763. Das Abbausystem muss so gewählt werden, dass es folgende Bedingungen erfüllt:

Die verschiedenen, früher besprochenen Operationen müssen möglichst ökonomisch und sicher von Statten gehen;

die Wettercirculation muss nach den im Capitel von der Wetterführung auseinandergesetzten Regeln der Kunst erfolgen;

das Product muss in möglichst guter Qualität erhalten werden, die Kohle muss also möglichst frei von Bergen und möglichst stückreich sein;

endlich muss, wenigstens in den meisten Fällen, die Einwirkung auf die Oberfläche möglichst vermieden werden.

764. So verschieden die vorkommenden Flötzverhältnisse sind, so zahlreich sind auch die verschiedenen vorkommenden Abbausysteme. Die Einflüsse aller der einzelnen Verschiedenheiten auf die Abbaumethode können hier unmöglich betrachtet werden, vielmehr wird eine kleinere Reihe von Haupt-Beispielen ausgewählt werden müssen. In diesem Sinne werden nach einander betrachtet werden: der Abbau der schwachen Flötze in Belgien und Nordfrankreich, der Abbau der mittelstarken Flötze in Deutschland und England und der Abbau der mächtigen Flötze in Mittelfrankreich.

Diese Beispiele werden genügen, um den Gang eines Abbaues zu veranschaulichen und die praktische Anwendung der früher gegebenen Regeln zu zeigen.

§. 2.

765. Abbau schwacher Flötze. — Solche Flötze sind hauptsächlich in Belgien und Nordfrankreich vorhanden. Das Princip ihres Abbaues besteht darin, dass sich die Abbaustösse stetig vom Schachte aus auf die Feldesgrenze zu bewegen und dass die abgebauten Räume durch die beim Betriebe fallenden Berge wieder ausgefüllt werden.

In den genannten Gegenden finden sich die, wie gesagt, schwachen Flötze bald in steiler, bald in flacher Lagerung vor. Im ersteren Falle heissen sie Dressants, im letzteren Plateurs. Beide Fälle bedingen ihre eigenen Abbausysteme und müssen daher getrennt betrachtet werden.

766. Abbau steiler Flügel. — Ursprünglich baute man die belgischen Dressants mit sogenannten geraden Stössen (*tailles droites*) ab. Die Angriffsfront bildete eine im Einfallen des Flötzes liegende gerade Linie (Fig. 364). Die Kohlenhauer standen auf Bühnen über einander. Jeder bearbeitete seinen Stoss, indem er denselben zuerst unten einschlitzte. Die hereingewonnenen Kohlen wurden auf den

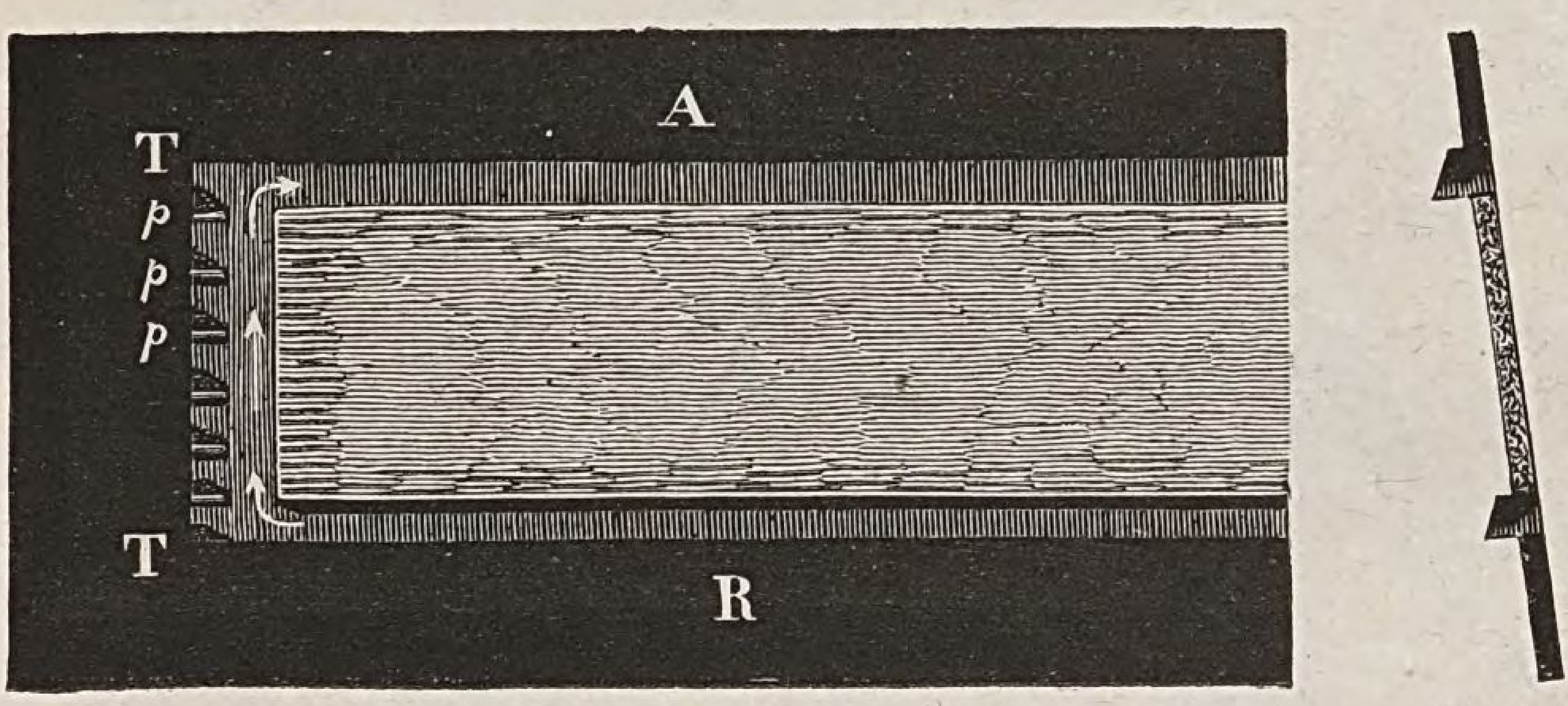
Bühnen aufgehäuft. Von Zeit zu Zeit wurde die Hauerarbeit unterbrochen und jeder Arbeiter, der unterste zuerst, entleerte seine Bühne, indem er die Kohlen bis in die unten nachgeführte Förderstrecke fallen liess.

Diese Methode hatte grosse Nachtheile: die Abbaustätten waren gefährlich und konnten nur mit geübten Arbeitern belegt werden. Auch konnten deren nur vier oder fünf über einander gestellt werden, was geringe Höhen der Abbaustösse und dem entsprechend eine grössere Anzahl der Zwischenstrecken zur Folge hatte.

Die Gewinnung war schwierig, da der Kohlenstoss nicht hinreichend blossgelegt, kein „Einbruch" vorhanden war. Daher war auch das Vorrücken viel langsamer als gegenwärtig.

Die Kohlen wurden durch den hohen verticalen Fall zertrümmert. Da sie direct in die Förderstrecke fielen, mussten sie mit der Hand in die Wagen geladen werden.

Fig. 364.



Die Wettercirculation war durch die vor dem Stosse angebrachten Bühnen behindert, obgleich gerade der Stoss am stärksten von dem Wetterstrome bespült werden muss.

Endlich war eine sehr starke Verzimmerung nothwendig.

Die Methode bot nur einen Vortheil: der Versatz war leicht herzustellen, weil man die beim Nachführen der Förderstrecke fallenden Berge, statt in Körben, mittelst Haspels hinaufschaffen konnte.

Aber dieser Vortheil wog die Nachtheile und Gefahren der Methode nicht auf. Dieselbe ist denn auch gegenwärtig gänzlich verlassen. Sie ist hier nur des geschichtlichen Interesses wegen und um zu zeigen, welchen Einfluss ein schlechtes Abbausystem auf das Resultat haben kann, beschrieben.

Wir werden übrigens sehen, dass durch gewisse, oft einfache Maassnahmen der Versatz sich noch billiger stellen kann, als bei den geraden Stössen.

767. Gegenwärtig baut man die Dressants durch abgesetzte Firstenstösse (*gradins renversés*) ab. Der Abbaustoss ist hierbei

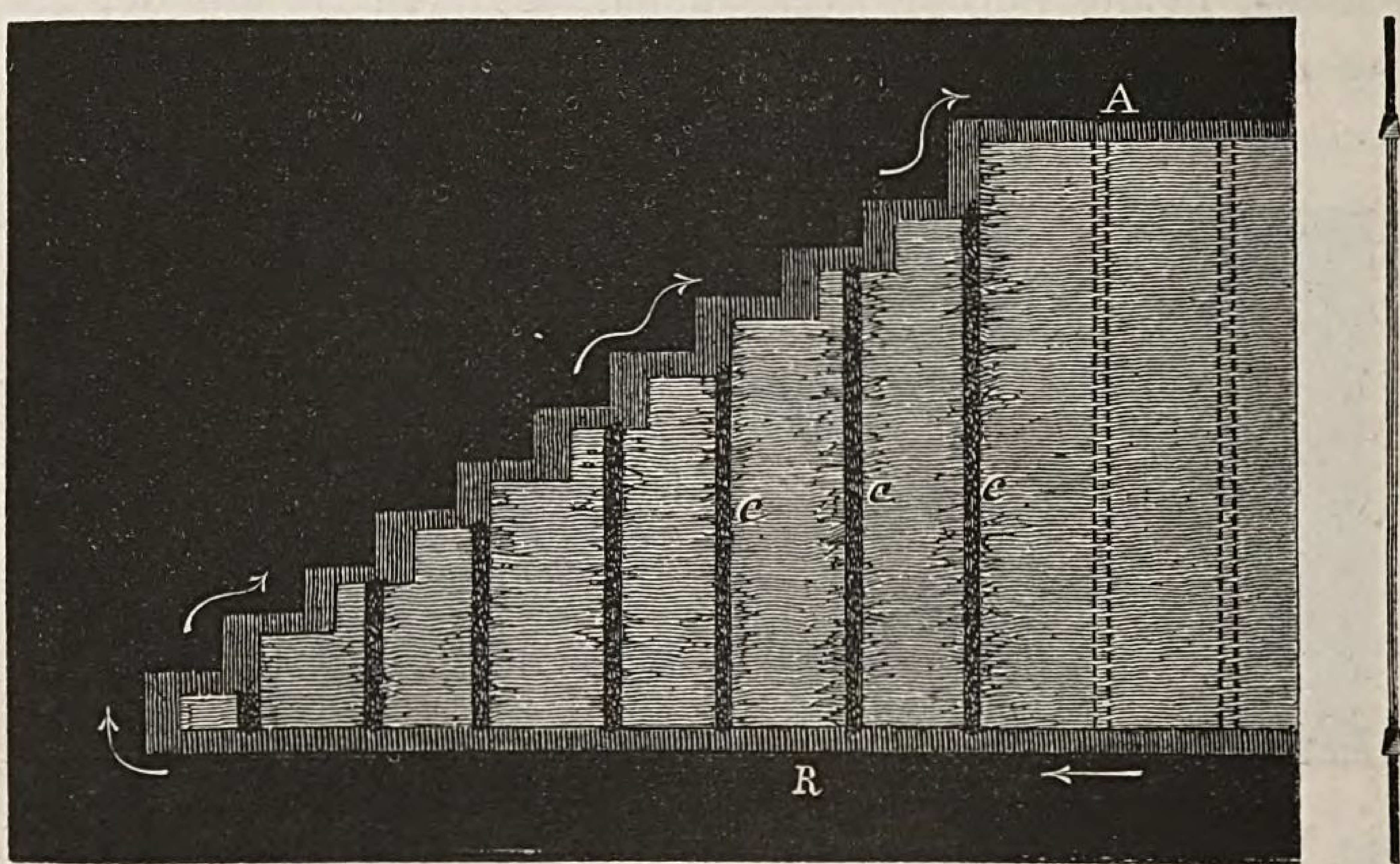
nicht mehr gerade, sondern umgekehrt-treppenförmig abgesetzt (Fig. 365).

Jeder Hauer arbeitet vor einer Stufe, indem er in der Streichrichtung vorrückt. Hierdurch wird die Hereingewinnung erleichtert, da jede Stufe gut blossgelegt ist und das Gewicht der Kohle dem Arbeiter zu Hülfe kommt.

Jeder Hauer arbeitet unabhängig von seinen Nachbarn; in Folge dessen ist das Vorrücken grösser als bei den geraden Stössen.

Die hereingewonnene Kohle fällt in Rolllöcher, welche in möglichst geringen Abständen angelegt werden, um den Transport vor dem Stosse zu vermeiden. Die Rolllöcher werden im Versatze ausgespart und münden in die untere Förderstrecke. Diese Mündungen sind mit

Fig. 365.



Trichtern versehen, welche nur geöffnet zu werden brauchen, um die Kohlen direct in die Förderwagen einzufüllen. Man sorgt dafür, dass die Rolllöcher stets voll sind, um die Zerkleinerung der Kohlen und das vorzeitige Hinaufdringen der Wetter möglichst zu verhindern.

Der Bergeversatz wird ebenfalls treppenförmig abgesetzt, wie dies aus der Figur ersichtlich ist.

Dieses bis jetzt gebräuchlichste Abbausystem für steil stehende schwache Flötze bildet, zumal hinsichtlich der Hauerarbeit und des Ladens der Kohlen, einen bedeutsamen Fortschritt gegenüber dem alten Systeme mit geraden Stössen. Gleichwohl hat es auch einige Schattenseiten.

Der Versatz ist theuer; man braucht mindestens einen oder zwei Arbeiter pro Firstenabsatz, um die Berge mittelst Körben an Ort und Stelle zu schaffen; der Versatz muss ausschliesslich von Hand hergestellt werden, da für jeden Firstenabsatz förmliche Mauern aufzuführen sind. Wenn Hohlräume verbleiben, was um so leichter vorkommt,

je schwieriger und theurer der Versatz sich gestaltet, so verlieren sich viele Kohlen in dem abgebauten Felde.

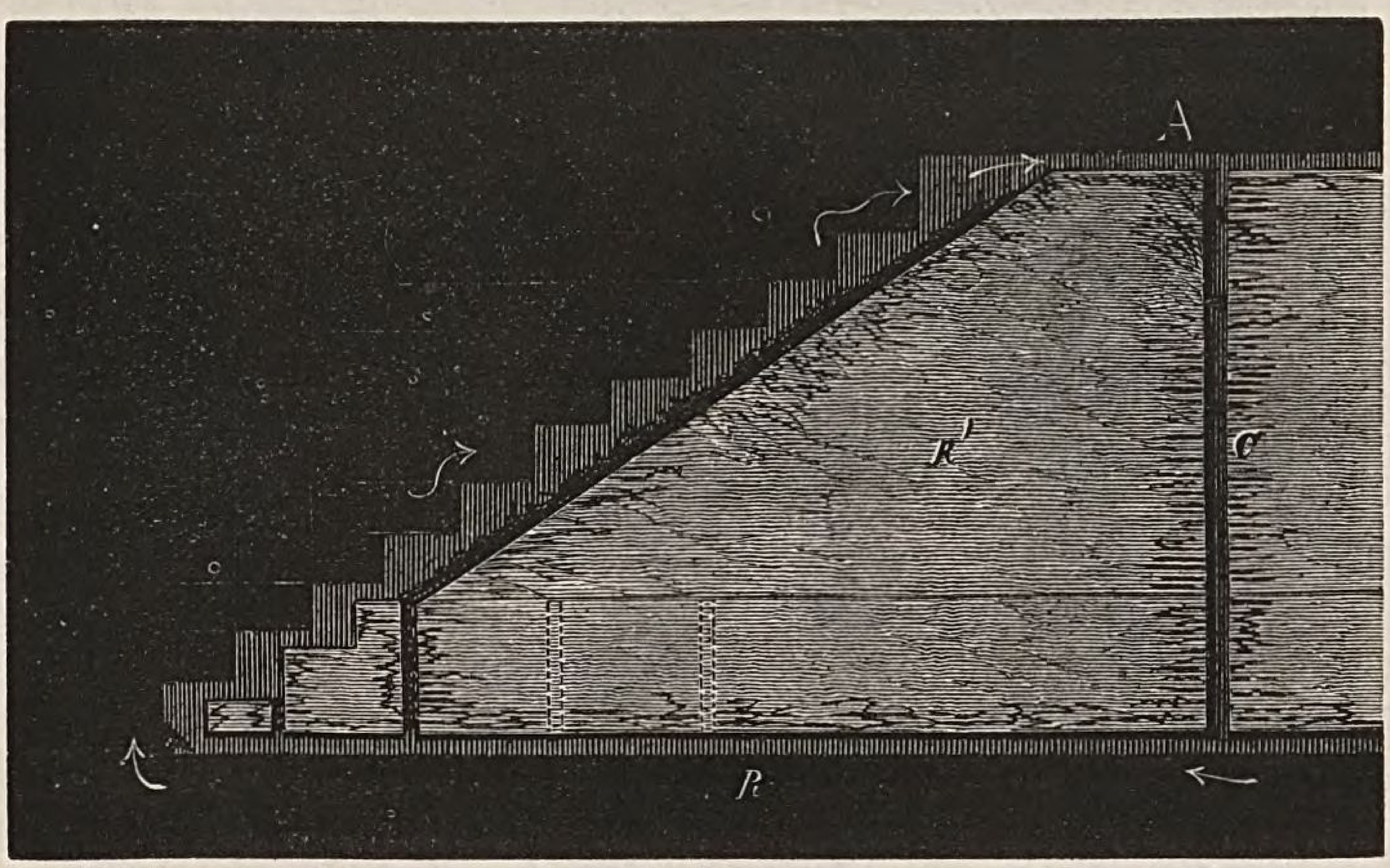
Die Rolllöcher sind ebenfalls eine Quelle von Unzuträglichkeiten und Gefahren. Trotz aller Aufsicht ist es sehr schwer zu erreichen, dass sie immer gefüllt bleiben; häufig vielmehr sind sie ganz oder fast leer, so dass der Verkaufswerth der Kohlen sowie die Ventilation des Abbaustosses sehr leidet. Der Verkehr der Arbeiter über diese offenen Rolllöcher hin ist gefährlich; ein regelmässiges Zudecken derselben lässt sich gar nicht durchsetzen und Unglücksfälle durch Sturz in dieselben sind daher nicht selten.

Die Rolllöcher verstopfen sich ausserdem fortwährend, besonders wenn sie einige Höhe erreicht haben. Besondere Arbeiter müssen dann diese Verstopfungen beseitigen, welche Arbeit schwierig und gefährlich ist. Auch hält die Verstopfung eines Rollloches die Arbeit an dem betreffenden Firstenabsatz oft empfindlich auf.

Bei schlechtem Gebirge bleibt es endlich fast nie aus, dass die letzten Rolllöcher, welche von dem Abbau im Rücken gelassen werden, zu Bruche gehen, bevor sie von Kohlen entleert und regelmässig mit Bergen ausgefüllt sind.

768. Diese Uebelstände werden theilweise vermieden, wenn man den Versatz nicht treppenförmig absetzt, sondern in einer einzigen schrägen Linie abböscht (Fig. 366).

Fig. 366.



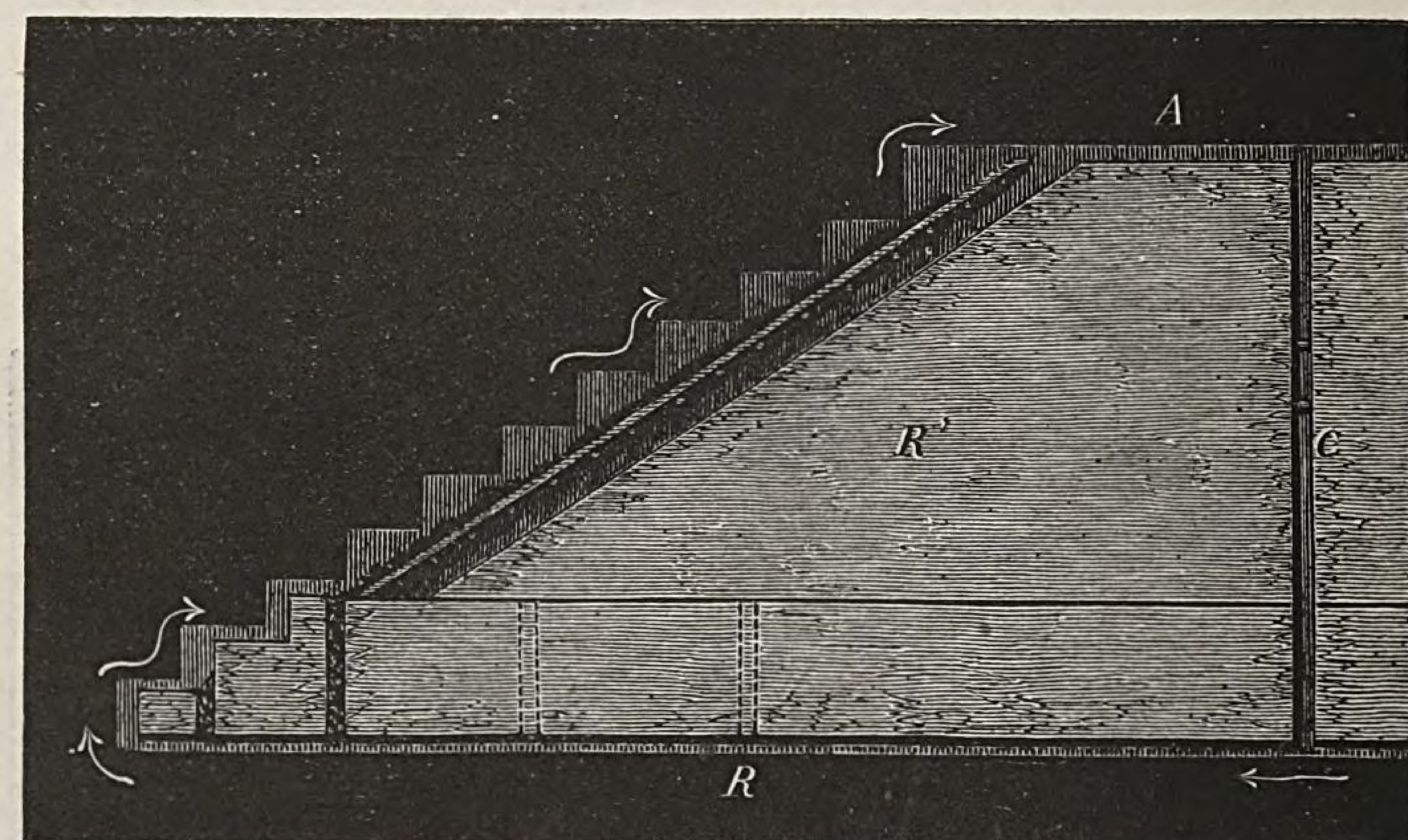
Die Kohle rutscht dann auf der Böschung bis zu einem unter dem letzten Firstenabsatze befindlichen, also kurzen Rollloche hinab. Nur die zwei oder drei untersten Firstenabsätze führen ihren Bergeversatz von Hand nach, weil derselbe wegen der darunter liegenden Förder-

strecke dichter und fester werden muss. Alles Uebrige wird von oben her ausgefüllt. Die Berge werden, soweit sie nicht auf dem Flötze selbst oder beim Nachführen der oberen Strecke fallen, entweder durch einen der seigeren Schächte oder durch einen rückwärts gelegenen „flachen Schacht“, wie *C*, über welchem ein Hand- oder Lufthaspel steht, hinaufgefördert und einfach von oben in den Abbauraum hineingekippt.

Diese Methode, obgleich in mancher Beziehung schon vortheilhafter als diejenige mit Rolllöchern, liefert jedoch unreine Kohlen. Auch kann nur in der Nachtschicht versetzt werden und diese reicht häufig zur Herbeischaffung des nöthigen Bergequantums nicht aus. Endlich gehen leicht Kohlen verloren, wenn nicht mit peinlichster Sorgfalt darauf gehalten wird, dass zwischen der Förder- und der Versatzschicht jedesmal die Böschungsfläche des Versatzes gut gereinigt wird.

769. Eine noch andere Methode, welche diese Unzuträglichkeiten verschwinden lässt und sich für die meisten Fälle empfiehlt, besteht

Fig. 367.



darin, unter der ganzen Treppenfirste her eine auf den Stempeln ruhende Bühne aus Brettern anzubrigen (Fig. 367). Diese Bühne erhält eine solche Neigung, dass die Kohlen auf ihr ohne zu grosse Geschwindigkeit bis zu einem unter dem zweit- oder drittletzten Firstenabsatze befindlichen Rollloche hinabgleiten. Diese Neigung lässt sich einfach durch die Wahl eines geeigneten Verhältnisses zwischen Höhe und Länge der einzelnen Firstenabsätze erzielen.

Die Bühne wird täglich oder alle zwei Tage — je nach der Schnelligkeit des Vorrückens — verlegt, was sehr leicht von Statten geht. Der Versatz wird unter der Bühne durch Einfüllen von oben

her nachgeführt. Diese Arbeit kann also Tag und Nacht ohne Unterbrechung vor sich gehen, so dass sie niemals im Rückstande bleibt.

Wenn die Bühne gut ausgeführt ist, gleiten die Kohlen ohne Stoss bis an den Fuss des Abbaues und die Zerkleinerung des Productes ist nicht bedeutender als bei flachem Flötzfallen. Das Verlorengehen von Kohlen im Bergeversatz wird durch die Bühne auf ein Minimum reducirt. Die Herstellung und Unterhaltung der Rolllöcher fällt fort, desgleichen die gefährliche Arbeit des Beseitigens von Verstopfungen derselben. Die Kohlenhauer stehen sicher, auch wenn der Versatz zurückgeblieben sein sollte, und laufen nicht Gefahr, in die leeren Rolllöcher zu stürzen. Die Befahrung der Arbeit und somit die Aufsicht sind ebenso leicht, wie in einer flachliegenden Strebe.

Wenn das Flötz Berge enthält, so brauchen nur von Zeit zu Zeit einige Bretter der Rutschbühne an ihrem Ende ein wenig aufgehoben zu werden, um die Berge in den Versatz gleiten zu lassen.

Die Methode giebt ziemlich bedeutende Lohnersparnisse beim Bergeversatz, beim Kohlentransport bis zum Förderwagen und beim Verbauen und Unterhalten der Rolllöcher. Was die Ausgabe für die Bretter betrifft, so ist dieselbe sehr gering, da die nämlichen Bretter mehrere Monate hindurch immer wieder gebraucht werden. Jedenfalls ist diese Ausgabe verschwindend gegen diejenige für das Verbauen der Rolllöcher bei der anderen Methode.

Die Rutschbühnen eignen sich allerdings nur für solche Flötze, welche in Mächtigkeit und Einfallwinkel keinen starken Schwankungen unterworfen sind.

770. Einzelheiten über den Abbau steiler Flügel. — Die Höhe jedes Firstenabsatzes beträgt zwischen zwei und vier Meter. Bei Mons und Charleroi scheint man Stufen von 2 m Höhe den Vorzug zu geben; bei Lüttich wählt man grössere Höhen, von 3,60 bis 4 m. In letzterem Falle ist das Tempo des Vorrückens etwas schwächer, was Einfluss auf die Gewinnungskosten hat (507). Bei kleinen Stufen, also stärkerer Belegung, ist die Production pro Gesammtstoss grösser, bei hohen Stufen hingegen die Production pro Kohlenhauer. Die Beschaffenheit des Gebirges übernimmt übrigens häufig die Lösung der Frage, indem sie das Maass des täglichen Vorrückens beschränkt. In diesem Falle werden natürlich die Stufen höher.

771. Die einzelnen Absätze müssen mindestens doppelt so weit aus einander stehen, als das tägliche Vorrücken beträgt, damit jeder Hauer von seinem Nachbarn ganz unabhängig arbeitet. Oft setzt man die Stufen um das Dreifache des täglichen Vorrückens aus einander. Ausserdem regelt man diese Entfernung nach der Höhe der Stufen, in der Weise, dass die Versatzböschung oder die Rutschbühne die geeignete Neigung erhält.

772. Wenn Rolllöcher angewendet werden, kommen dieselben 5 bis 10 m von einander zu stehen. Je geringer ihr Abstand ist, desto geringer sind die Kosten für den Kohlentransport innerhalb der Arbeitsstätte. Im Allgemeinen müssen die Rolllöcher so dicht auf einander folgen, dass jeder Kohlenhauer bei seinem Vorrücken stets ein Rollloch in der Nähe findet. Nur der Ueberfluss an Bergen oder die schlechte Beschaffenheit des Gebirges können zur Verringerung der Zahl der Rolllöcher zwingen. In einem solchen Falle müssen einige besondere Arbeiter in dem Abbau angestellt werden, welche die Kohlen in die Rolllöcher schaffen.

Die Rolllöcher müssen sehr solide verbaut werden, damit sie nicht zu Bruche gehen. Es empfiehlt sich auch, sie mit Brettern auszukleiden, damit keine Berge unter die Kohlen gerathen.

Wenn ein Rollloch verstopft ist, d. h. wenn die Kohlen sich darin festgeklemmt haben oder aus irgend einem anderen Grunde nicht mehr niedergehen wollen, so versucht man zuerst mit Eisenstangen, welche man durch den Ladetrichter hinaufstösst, die Störung zu beseitigen. Wenn dies nicht gelingt, so steigt ein besonderer, hierin geübter Arbeiter in dem Rollloch hinauf, indem er sich vor dem Niedergehen der Kohlen durch über sich gebaute Hölzer und Bretter schützt. Diese Arbeit ist jedoch gefährlich und es ist besser, die Kosten zur Ausräumung des Rollloches mittelst Haspels, von oben her, aufzuwenden.

773. Allgemeine Anordnung eines Abbaues auf steilem Flügel. — Gewöhnlich ist die zwischen der Förder- und der Wettersohle anstehende Pfeilerhöhe zu gross, um in einem einzigen Streifen abgebaut zu werden. Sie beträgt bei den steilen Flötzflügeln im Mittel 50 bis 60 m. Ein Firstenstossbau von dieser Höhe würde sowohl bezüglich des Bergeversatzes, wie bezüglich der Kohlenwegschaffung Schwierigkeiten machen. Das Feld wird daher besser durch zwei oder mehrere über einander liegende Abbaue gewonnen, welche die als die vortheilhaftesten erkannten Dimensionen erhalten.

Jeder dieser Abbaue — mit Ausnahme des untersten — wird dann durch eine Zwischen- oder Theilungsstrecke bedient, welche mit der Grundstrecke durch ein Rollloch oder einen Bremsberg in Verbindung steht. Die Auswahl zwischen diesen beiden letzteren Wegen erfolgt nach den an früherer Stelle (433) angegebenen Gesichtspunkten.

Die Bremsberge auf steilen Flötzflügeln werden meistens diagonal zum Einfallen hergestellt, so dass die Förderbahn nicht auf dem Liegenden des Flötzes, sondern auf dem Bergeversatz ruht. Man wählt dabei die passendste Neigung, ohne sich um den Einfallwinkel des Flötzes zu bekümmern.

Der Fuss des Bremsberges wird seitlich von der Grundstrecke ins Nebengestein verlegt, um die Streckenförderung nicht zu stören und

zu gefährden. Im Laufe seines Ansteigens tritt dann der Bremsberg ganz allmählich in die Flötzebene ein.

Fig. 368 stellt einen Abbau auf steilem Flötzflügel dar, welcher aus drei über einander liegenden, durch die Zwischenstrecken V_1 und V_2 von einander getrennten Abschnitten besteht. Die Kohlen des untersten Abschnittes T' gelangen direct in die Grundstrecke R. Die Kohlen des mittleren Abschnittes T_2 gelangen zunächst in die Strecke V_1 und von da durch den Bremsberg P_1 in die Grundstrecke. Endlich die Kohlen des dritten Abschnittes T_3 gelangen in die Strecke V_2 und von hier durch den Bremsberg P_2 ebenfalls in die Grundstrecke.

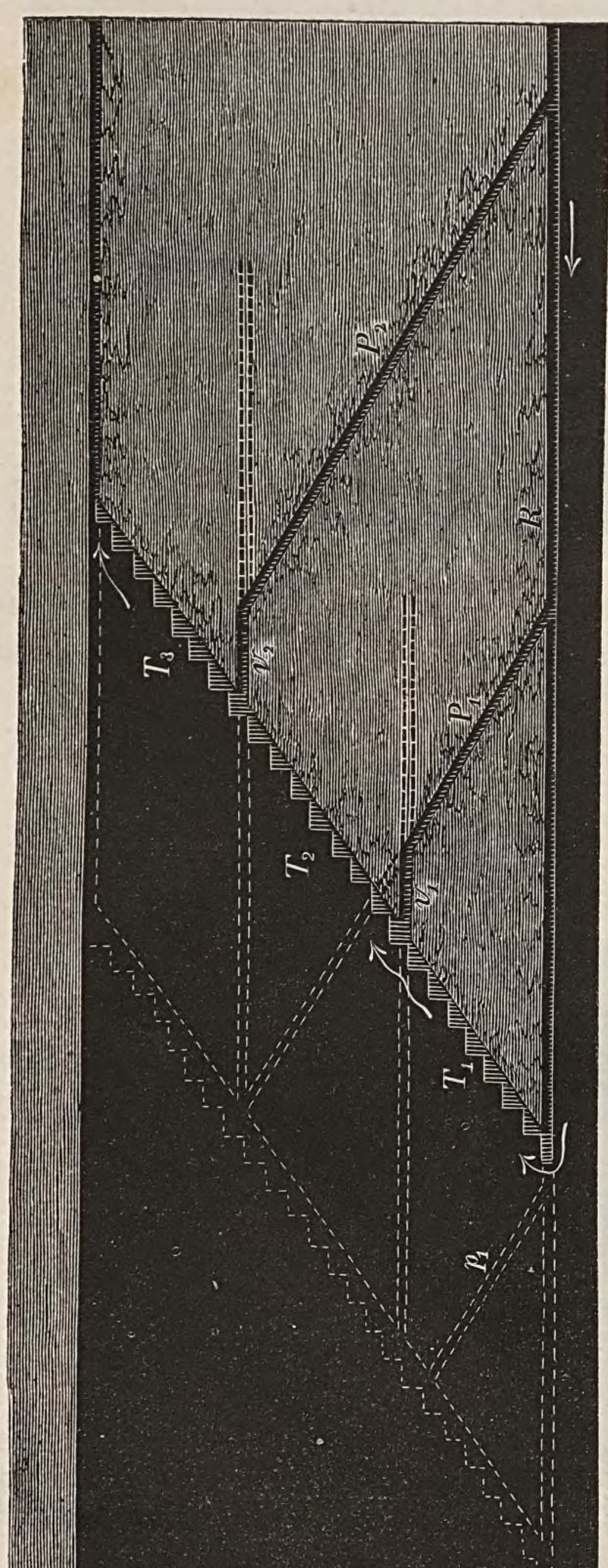


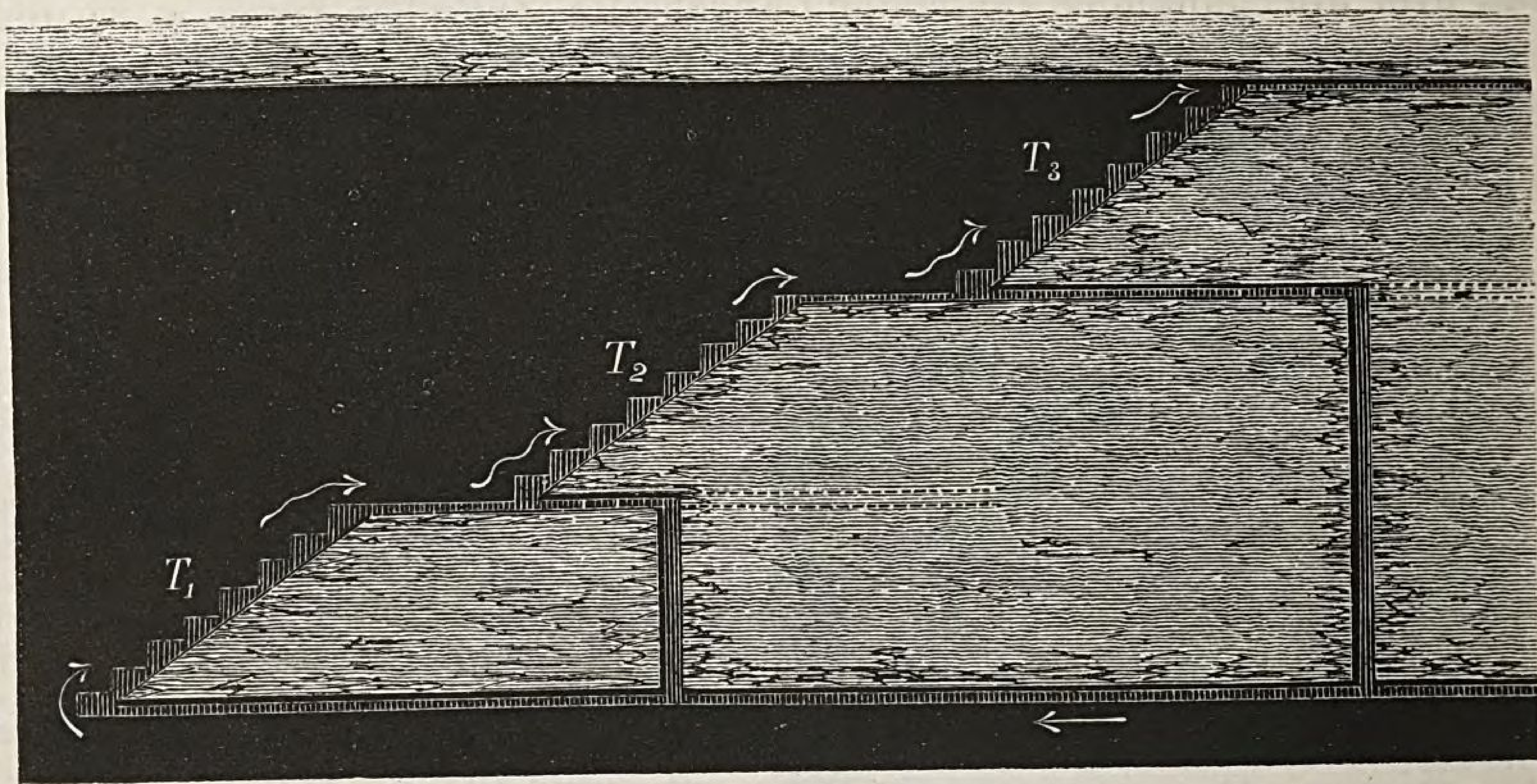
Fig. 368.

Da die Förderung in den Zwischenstrecken gewöhnlich theurer ist als diejenige in der Grundstrecke, so sucht man die Länge der ersteren dadurch in engen Grenzen zu halten, dass man von Zeit zu Zeit, wie die Abbaustösse zu Felde rücken, z. B. alle 100 m, neue Bremsberge im Versatze anlegt. Die Punktirung (Fig. 368) deutet dieses Verfahren an: Der Bremsberg P_1 verlängert sich allmählich bis zu der Zwischenstrecke V_2 und ersetzt dann den Bremsberg P_2, welcher abgeworfen und mit Bergen versetzt wird. Der Bremsberg P_1 wird in seiner bisherigen Bestimmung durch einen von unten herauf neu angelegten Bremsberg p_1 ersetzt, welcher seinerseits später ebenfalls bis nach V_2 verlängert wird, u. s. w.

Wetterthüren, welche in den Zwischenstrecken aufgestellt werden, zwingen die Wetter, vor sämmtlichen Firstenstufen vorbeizuziehen.

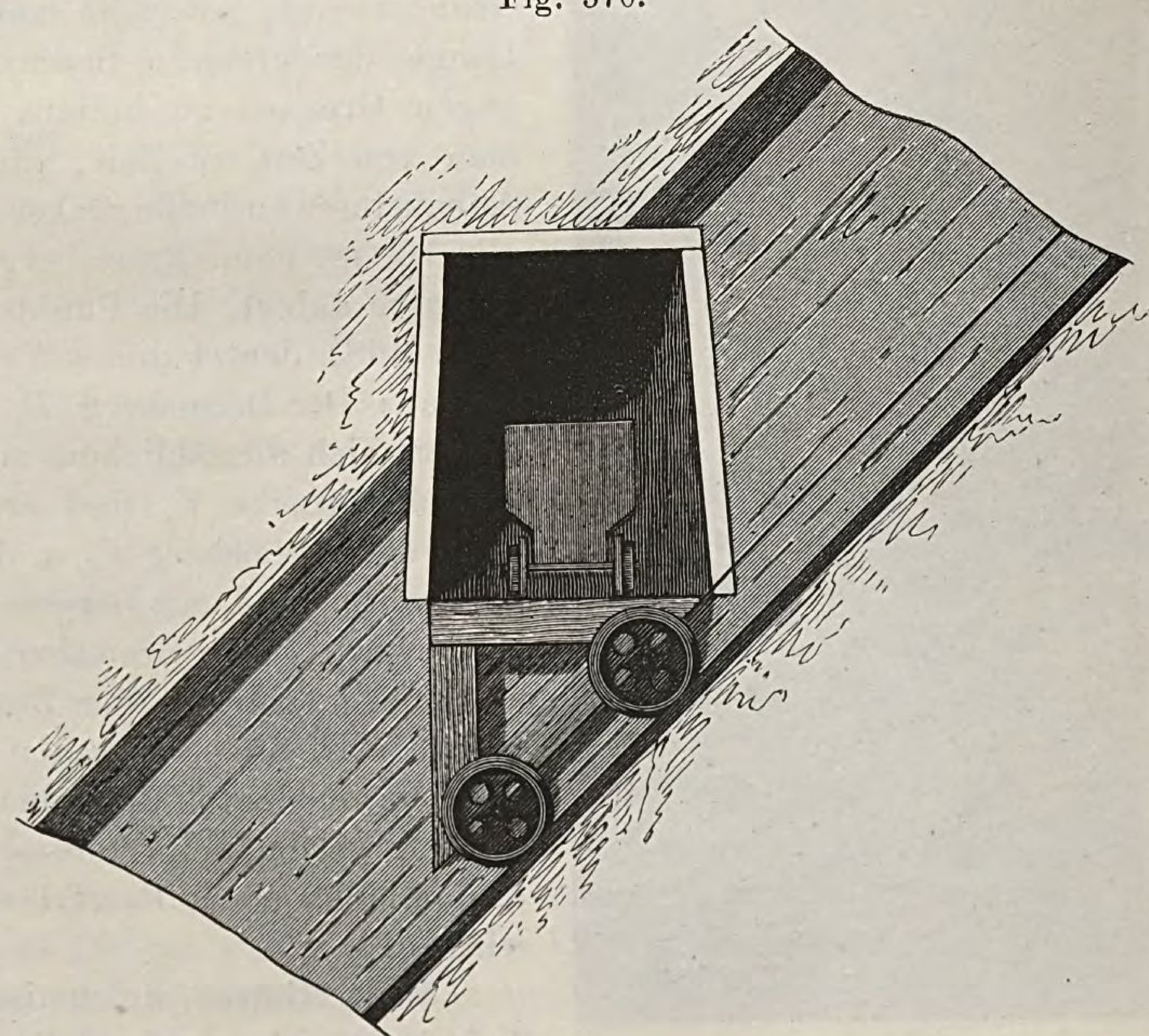
774. In der vorigen Figur sind die drei Abschnitte in directer Uebereinanderfolge gezeichnet, so dass sie eigentlich nur einen einzigen

Fig. 369.



Abbau bilden, welcher zur Erleichterung der Förderung und des Versatzes durch zwei Zwischenstrecken getheilt ist. Man kann aber die

Fig. 370.



Abschnitte auch vollständiger trennen, indem man sie in streichender Richtung auseinanderrückt (Fig. 369). Diese Anordnung wird im All-

gemeinen der vorhergehenden vorgezogen, da der Betrieb durch die bessere Trennung der Abschnitte erleichtert wird.

775. Fig. 369 bringt zugleich eine andere Anordnung der Bremsberge, nämlich das Verlegen derselben in die Falllinie des Flötzes, zur Anschauung. Diese Methode ist jedoch seltener im Gebrauche, da sie die Anwendung von Fördergerippen oder Gestellen erfordert. Gerippe werden angewendet, wenn das Flötz „auf dem Kopfe steht", so dass der Bremsberg zu einem seigeren Bremsschachte wird. Ist das Fallen nicht seiger, so bedient man sich der im zehnten Capitel beschriebenen Gestelle (Fig. 370).

Statt der Bremsberge können, wie früher gesagt, auch Rolllöcher angewendet werden. Dieselben sind billiger, verschlechtern aber die Kohlen mehr. Sie werden entweder in der Falllinie oder diagonal im Bergeversatz ausgespart. Die letztere Art ist vorzuziehen, weil dabei der zum sanften Herabrutschen der Kohlen günstigste Neigungswinkel ausgewählt werden kann und die Befahrung und Unterhaltung des Rollloches leichter ist.

Der allgemeine Plan des Abbaues ist bei Anwendung von Rolllöchern derselbe wie bei Bremsbergen, nämlich der in Fig. 368 und 369 dargestellte.

776. Organisation der Arbeit beim Abbau auf steilen Flügeln. — Als Beispiel mag der Abbau auf einem Dressant des Beckens von Seraing in Belgien dienen:

Flötzmächtigkeit (eine Kohlenbank) . . .	0,90 m
Einfallen	85°

Das Gebirge ist gut; Verkleidung des Hangenden und Liegenden ist nicht erforderlich.

Höhe eines Gesammtstosses	25 m,
getheilt in sieben Firstenstufen von . . .	3,60 m
Horizontalabstand zwischen zwei Stufen . .	4,00 „

Die Hauer arbeiten im Gedinge; sie müssen täglich 1,50 m vorrücken und ihre Arbeit selbst verbauen.

Dimensionen der unteren Strecke .	2,10 × 2,10 m
„ „ oberen „ .	1,80 × 1,80 „

Tägliche Production 25 . 0,90 . 1,50 . 15 = 506 hl oder 56 t.

Arbeitslöhne. — Tagschicht.

7 Kohlenhauer (*ouvriers à veine*) à 5,25 Frcs. (4,20 Mk.)	36,75 Frcs.	(29,40 Mk.)
2 Schaufler (*bouteurs*) zur Beförderung der Kohlen über die Rutschbühnen und zum Herbeischaffen der Hölzer à 2,75 Frcs. (2,20 Mk.)	5,50 „	(4,40 „)
1 Kohlenlader (*chargeurs à la taille*) für die unterste Firstenstufe	4,00 „	(3,20 „)
1 Aufseher (*chef de taille*)	4,50 „	(3,60 „)

Nachtschicht.

2 Streckenhauer (*coupeurs de voie*) für die untere Strecke à 4,50 Frcs. (3,60 Mk.) .	9,00 Frcs.	(7,20 Mk.)
4 Bergeversetzer (*remblayeurs*) à 3,25 Frcs. (2,60 Mk.)	13,00 „	(10,40 „)
1 Streckenhauer für die obere Strecke . . .	4,50 „	(3,60 „)
1 Handlanger zum Verfüllen der Berge . .	3,50 „	(2,80 „)
1 Arbeiter zum Verlegen der Rutschbühne .	4,50 „	(3,60 „)
1 Aufseher	4,50 „	(3,60 „)
Gesammtausgabe an Arbeitslohn . .	89,75 Frcs.	(71,80 Mk.)

Holzkosten.

50 Stempel von 0,90 m Länge, also 45 laufende Meter verschiedenes Stempelholz, à 0,20 Frc. (0,16 Mk.)	9,00 Frcs.	(7,20 Mk.)
7 Unterzüge für das Hangende à St. 0,50 Frcs. (0,40 Mk.)	3,50 „	(2,80 „)
Ein Thürstockfeld in Kiefernholz für jede Strecke, 7 laufende Meter für die untere, 6 laufende Meter für die obere Strecke, im Ganzen 13 laufende Meter Kiefernholz von 10 cm Durchmesser, à Meter 0,24 Frc. (0,19 Mk.)	3,12 „	(2,50 „)
Gesammtausgabe für Holz	15,62 Frcs.	(12,50 Mk.)

Hieraus und aus der täglichen Production ergiebt sich für die Gewinnungskosten des betreffenden Abbaues die nachstehende Tabelle:

Positionen	Arbeitslohn		Holzkosten		Zusammen	
	Summe pro Tag Mk.	pro Tonne Kohlen Mk.	Summe pro Tag Mk.	pro Tonne Kohlen Mk.	Summe pro Tag Mk.	pro Tonne Kohlen Mk.
Hauerlohn	29,40	0,52	—	—	29,40	0,52
Kohlentransport in der Arbeit	4,40	0,08	—	—	4,40	0,08
Kohlenladen in der Arbeit	3,20	0,06	—	—	3,20	0,06
Holzkosten in der Arbeit	—	—	10,00	0,18	10,00	0,18
Bergeversatz	13,20	0,24	—	—	13,20	0,24
Streckennachführen . .	10,80	0,19	2,50	0,04	13,30	0,23
Streckenunterhaltung . .	Verschieden je nach der Entfernung vom Schachte					
Verschiedenes (Einbauen der Bühnen, Aufsicht etc.)	10,80	0,19	—	—	10,80	0,19
Zusammen	71,80	1,28	12,50	0,22	84,30	1,50

Die Gewinnungskosten sind hier, nur der Einfachheit des Beispiels wegen, auf die aus der Flötzmächtigkeit und dem täglichen Vorrücken berechnete Production bezogen. In der Praxis tritt an deren Stelle natürlich die wirkliche Förderung, welche mit allen möglichen Mitteln controlirt werden muss.

777. Abbau flacher Flügel. — Alle auf den belgischen Plateurs vorkommenden Abbausysteme scheiden sich in zwei scharf getrennte Arten, von denen je nach den Lagerungsverhältnissen die eine oder die andere gewählt wird. Diese beiden Hauptsysteme sind der schwebende Strebbau (*exploitation par tailles montantes*) und der streichende Strebbau (*exploitation par tailles de chassage*).

Zunächst sollen beide Methoden einzeln beschrieben werden. Nachher können wir sie dann mit einander vergleichen.

778. Schwebender Strebbau. — Der schwebende Strebbau besteht aus einer Reihe von Abbaustössen, deren Front dem Flötzstreichen parallel läuft und in der Einfallsrichtung des Flötzes aufwärts rückt. Jeder dieser Abbaustösse heisst Strebe. Jede Strebe wird durch eine schwebende Strebstrecke bedient. Die Strebstrecke führt von der Grundstrecke auf die Mitte der Abbaufront, zu welchem Punkte die Kohlen von beiden Seiten hingeschaufelt werden.

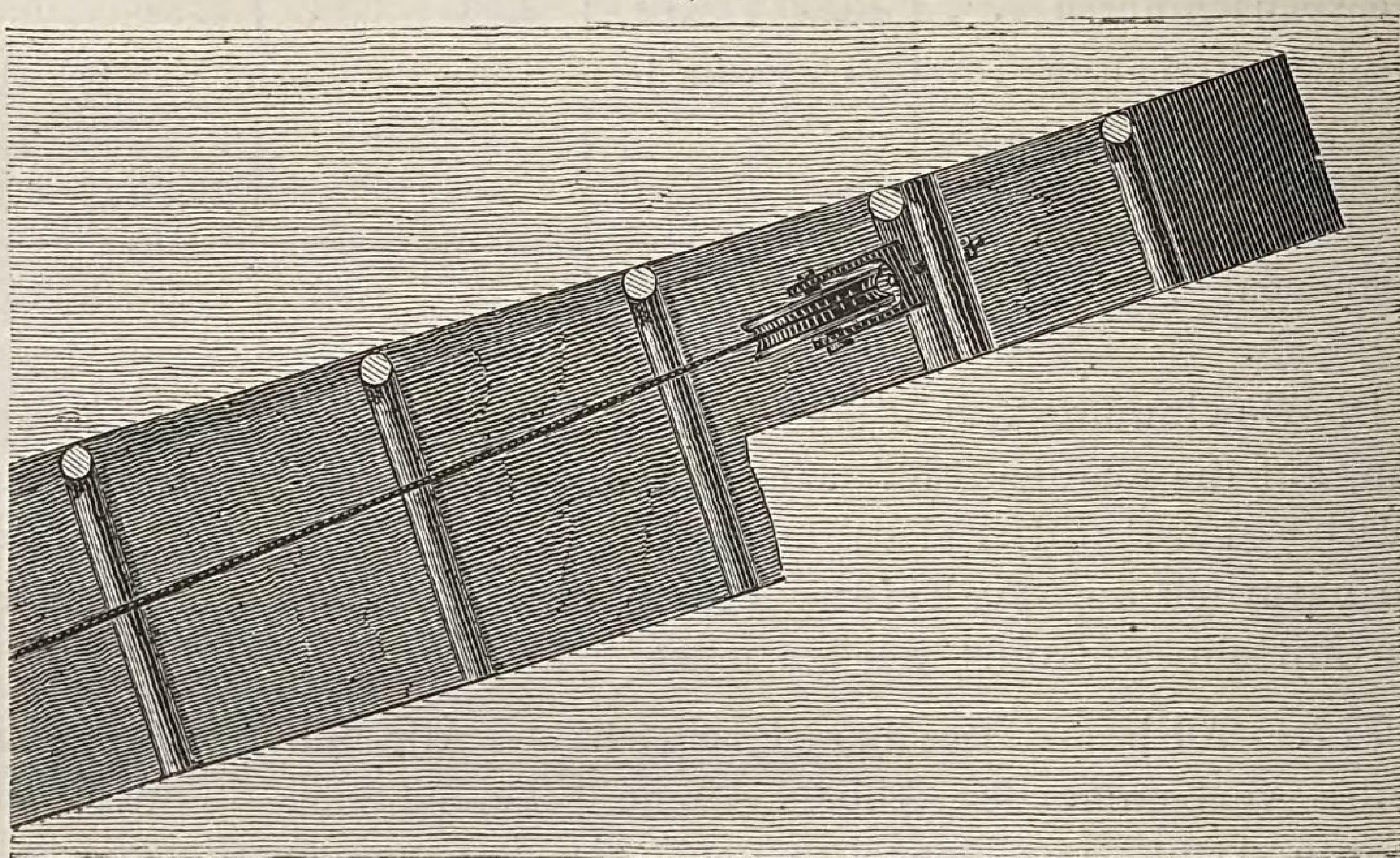
Die Disposition eines schwebenden Strebbaues ist nun im Ganzen folgende: Ein in der Fallrichtung des Flötzes liegender, also in der Streichrichtung des Flötzes vorrückender Abbaustoss (Grundstrecken-

strebe, *taille de costresse*) von 12 bis 15 m Höhe geht feldwärts voraus. Diese Strebe führt die horizontale Förderstrecke (Grundstrecke) nach, nimmt die bei Herstellung der letzteren fallenden Berge auf und dient, wie wir später sehen werden, zum Ausgangspunkte für die Wetterführung in dem Abbaufelde. Nur oberhalb von dieser streichenden Grundstreckenstrebe legen sich nun die schwebenden Streben an.

Die letzteren werden 14 bis 16 m breit genommen und bilden unter einander grosse Stufen von 5 bis 10 m Höhe. Von dem Firstenstossbau unterscheiden sich aber diese Stufen dadurch, dass sie nicht in der Streich-, sondern in der Steigrichtung vorrücken und jede mit 7 bis 8 neben einander arbeitenden Hauern belegt ist.

Jede schwebende Strebe führt, wie schon erwähnt, eine in die Grundstrecke mündende schwebende Strecke nach. Die Zwischenförde-

Fig. 371.



rung umfasst demnach hier zwei Operationen: 1) Das horizontale Fortschaufeln der Kohlen vor der Abbaufront entlang bis zu der Strebstrecke; 2) das Hinabfördern der Kohlen in Förderwagen durch diese Strebstrecke. Die letztere Förderung kann je nach den Verhältnissen auf verschiedene Weise erfolgen. Bei Fallwinkeln von weniger als 10° geschieht sie häufig durch besondere Schlepper („*sclonneurs*“ im belgischen Borinage), welche den leeren Wagen mittelst eines Sielzeuges hinaufzuziehen und den geladenen unter Einhaken der Räder und indem sie sich von vorne gegen denselben stemmen, herunter zu bringen haben.

Bei mehr als 10° kann man die Strebstrecken als Bremsberge einrichten, deren Bremsvorrichtung, eine einfache, an einem Stempel befestigte Scheibenbremse, dem Strebstosse folgend allmählich nach aufwärts gerückt wird (Fig. 371).

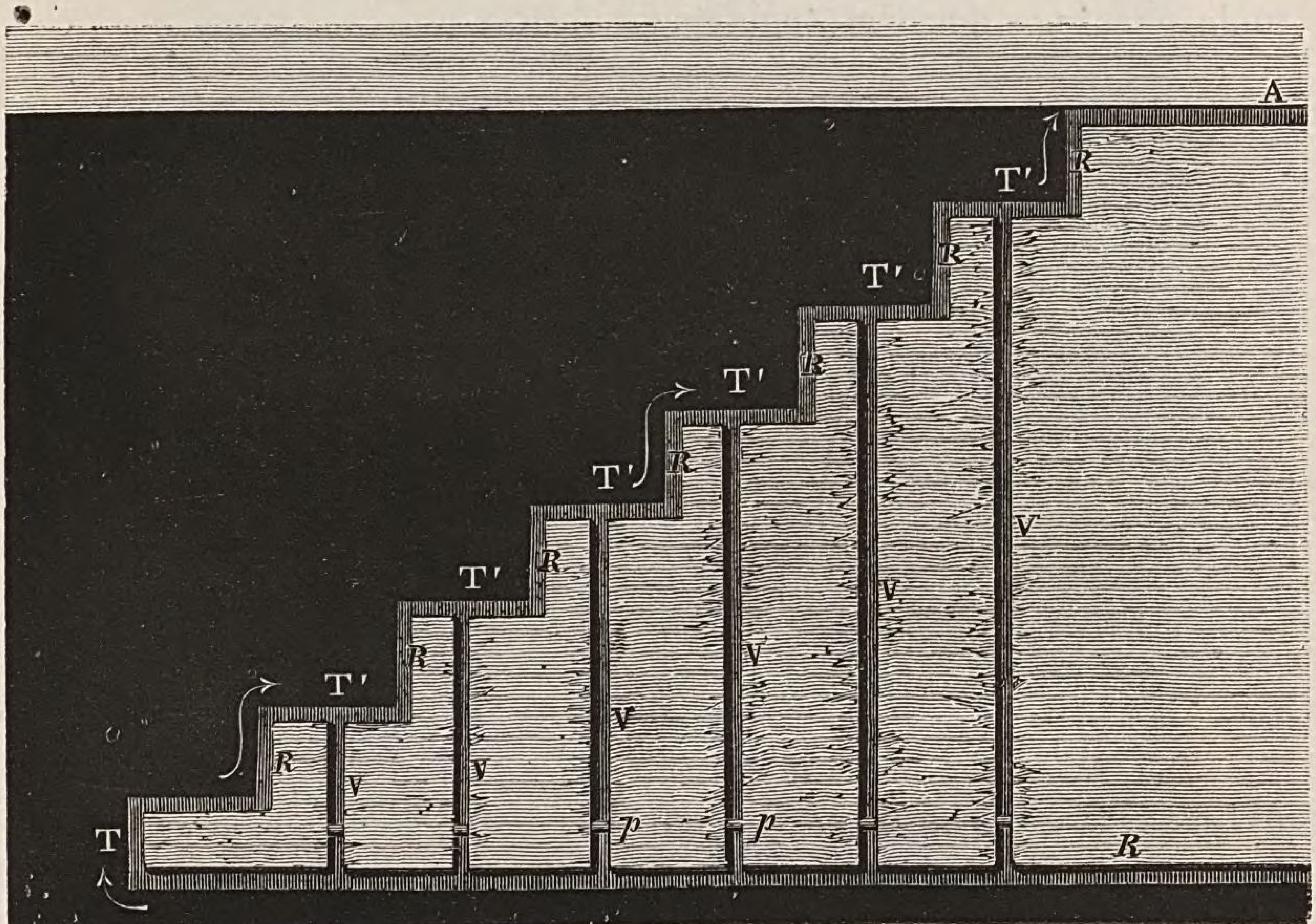
Bei mehr als 25° endlich kann die Strebstrecke in ein Rollloch verwandelt werden, in welchem die Kohle entweder auf einem Blech-

belage oder direct auf dem Liegenden des Flötzes von selbst herabrutscht.

Fig. 372 veranschaulicht die Disposition eines schwebenden Strebbaues. *T* ist die streichende Grundstreckenstrebe, welche direct in die Grundstrecke *R* einmündet; *T'* sind die schwebenden Streben, deren Kohlen durch die schwebenden Strecken *V* herabkommen.

Das Streckennachführen und die Herstellung des Bergeversatzes geschieht in der Regel auf folgende Weise: Beim Vortreiben der Grundstreckenstrebe wird nur eine provisorische Förderstrecke nachgeführt, welche soeben für die Handförderung genügt und genug Berge zum

Fig. 372.



Versetzen der in ihrer Höhe hiernach sich richtenden Grundstreckenstrebe genügt. Ausserdem werden in den bestimmten Abständen die schwebenden Strebstrecken eingeschnitten und nachgeführt. Das Einschneiden geschieht ins Liegende, um das Einladen der Kohlen in die Förderwagen zu erleichtern und das Dach nicht zu schwächen (Fig. 373, a. f. S.).

Die Breite der Streben und die Dimensionen der zugehörigen Strecken werden so berechnet, dass die Berge gerade Platz finden. Der Versatz ist billig, da das Material nur in horizontaler Richtung und auf kurze Strecken transportirt zu werden braucht.

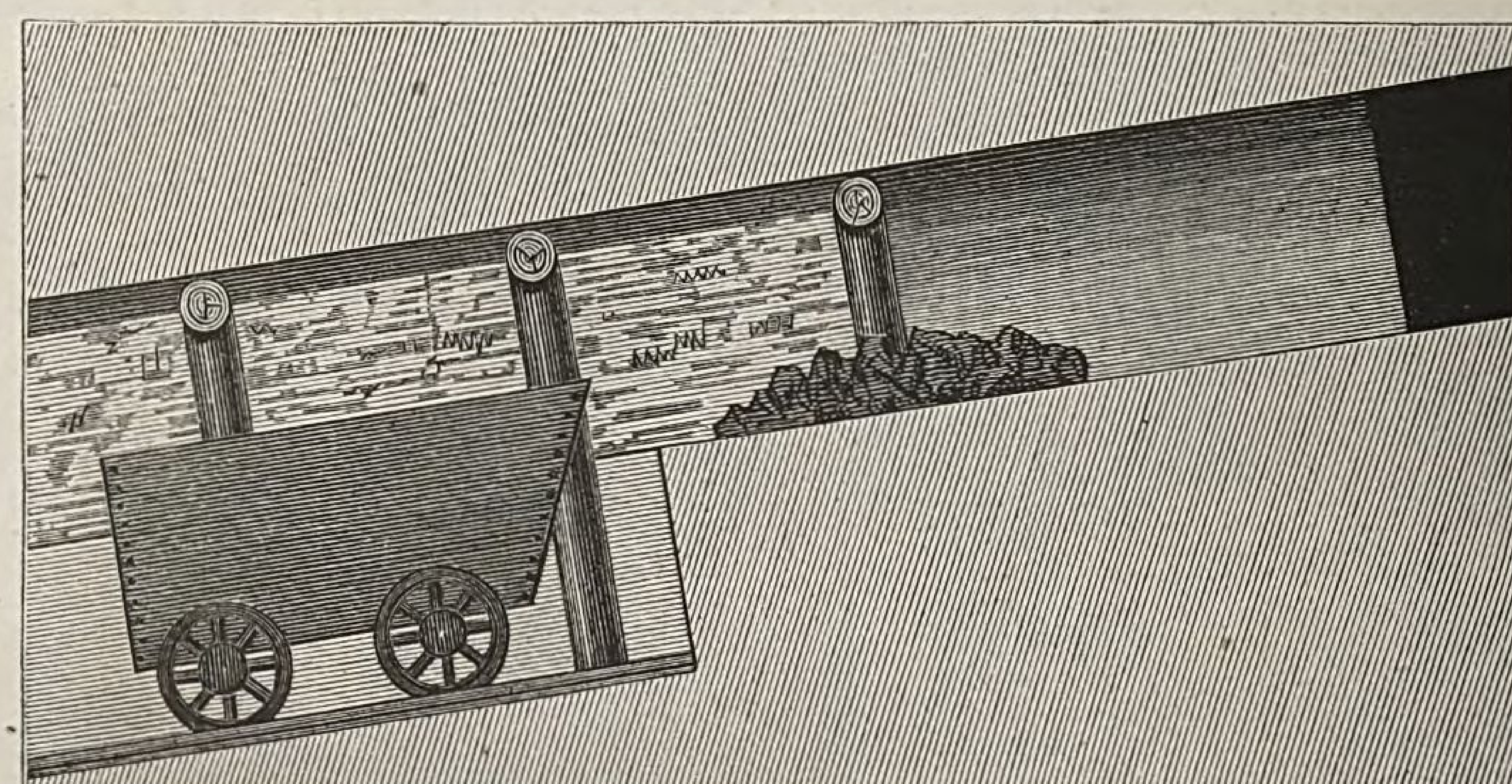
Der Reihe nach, wie die Strebstrecken zur Wetterstrecke hinaufgelangen, werden sie abgeworfen und vollständig mit Bergen zugesetzt, so dass die Wetter keinen vorzeitigen Abfluss durch dieselben finden.

Zu diesem Zwecke füllt man den oberen Theil mit den Bergen vom Nachführen der Wetterstrecke, den unteren Theil mit den Bergen vom Erweitern der Grundstrecke. Dieses Erweitern der Grundstrecke lässt man nämlich immer in der Höhe der hintersten Strebe nachfolgen.

Indem man so die Grund- oder Förderstrecke in zwei Malen auffährt, hat man den Vortheil, dass der definitive Ausbau erst dann hergestellt wird, wenn der erste Druck vorüber ist (467), und dass man Berge zum Aussetzen der abgeworfenen Strebstrecken in unmittelbarer Nähe des jeweiligen Bedarfes gewinnt.

Die Pferdeförderung beginnt erst bei der hintersten Strebstrecke. Bis zu diesem Punkte muss jeder Schlepper (*sclonneur*) seinen Wagen hinbringen, um ihn dem Zuge einzureihen.

Fig. 373.



Die Wetterverbindungen zwischen den einzelnen Strebstössen (Wetterzüge, *ruellettes*, *R* Fig. 372) werden einfach mit Stempeln verbaut; sie haben nur die Höhe des Flötzes.

779. Bei der in Fig. 372 dargestellten Disposition ist man genöthigt, um die Wetter vor allen Strebstössen vorbei zu zwingen, die schwebenden Strecken durch Wetterthüren zu versperren, was höchst unbequem ist. Dies wird vermieden, wenn man in folgender Weise verfährt:

Statt die Grundstreckenstrebe oberhalb der Grundstrecke zu Felde zu führen, nimmt man sie unterhalb der letzteren. Ist auch dabei der Transport der Kohlen zum Förderwagen schwieriger, weil aufwärtsgehend, so ist andererseits die Herstellung des Versatzes um so leichter. Ausserdem wird die Bruchlinie des Hangenden von der Strecke abgerückt, so dass diese sich besser hält, als wenn sie unmittelbar an dem festen Stosse entlang läuft (467).

Unterhalb der Grundstreckenstrebe führt man eine Wetterstrecke (Wetterzug) nach, welche hinter der hintersten schwebenden Streb-

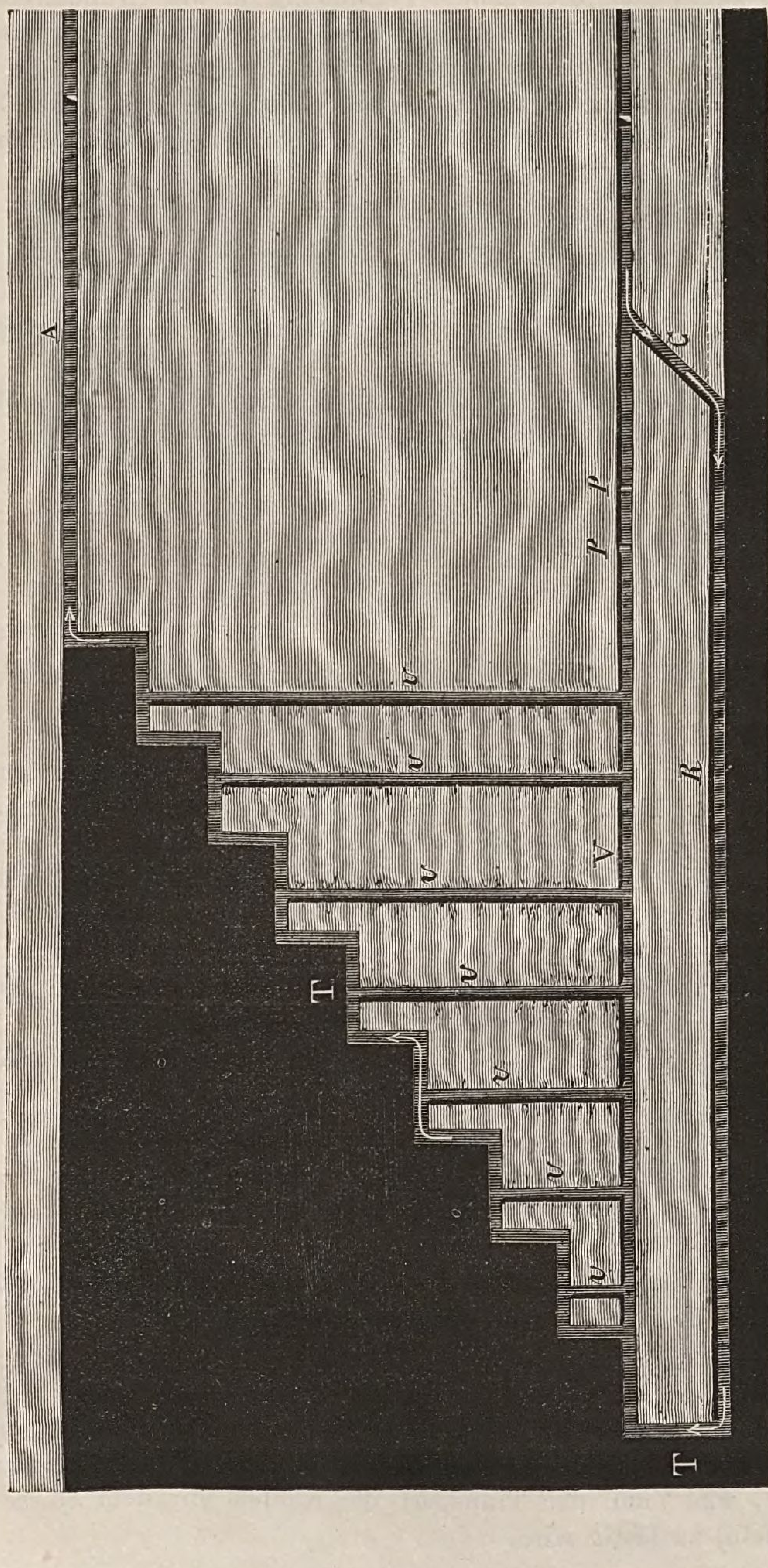


Fig. 374.

strecke durch eine ansteigende Verbindung in die Grundstrecke einmündet. Es brauchen nun nur zwei Thüren zwischen diese Einmündungsstelle und die hinterste Strebstrecke gestellt zu werden, um die Wetter erst bei der äussersten Strebe hinauf-, also vor sämmtlichen Streben vorbeiziehen zu lassen. Fig 374 (a. v. S.) zeigt diese Disposition. Es ist dabei:

- *T* die Grundstreckenstrebe unterhalb der Förderstrecke *R*;
- *T'* die schwebenden Streben, deren schwebende Strecken *V* offen in die Grundstrecke einmünden;
- *A* der an der Unterseite der Grundstreckenstrebe nachgeführte Wetterzug;
- *C* die diagonale Verbindung zwischen der Grundstrecke und dem Wetterzuge;
- *PP* Wetterthüren in der Grundstrecke, welche die Wetter zu dem durch Pfeile angedeuteten Wege zwingen.

Um grössere Unterhaltungskosten für den Wetterzug *A* zu vermeiden, spart man von Zeit zu Zeit in dem Bergeversatze der Grundstreckenstrebe eine neue Verbindung *C* aus, welche gestattet, den ganzen weiter rückwärts gelegenen Theil des Wetterzuges abzuwerfen.

780. Eine noch andere Disposition ist folgende:

Man nimmt die Grundstreckenstrebe wie in dem ersten Falle, oberhalb der Grundstrecke, lässt aber die schwebenden Strecken nicht direct in diese einmünden, sondern in eine an der Oberseite der Grundstreckenstrebe nachgeführte Hülfsförderstrecke. Diese horizontale Hülfsstrecke steht mit der Grundstrecke durch einen kurzen Bremsberg in Verbindung, welchen man von Zeit zu Zeit weiter feldwärts verlegt, um die Handförderung in der Hülfsstrecke abzukürzen und durch die Pferdeförderung in der Grundstrecke zu ersetzen.

In Fig. 375, welche diese Disposition veranschaulicht, bedeutet:

- *T* die Grundstreckenstrebe;
- *T'* die schwebenden Streben, deren schwebende Strecken in die streichende Hülfsförderstrecke *V* einmünden;
- *I* den Bremsberg zur Verbindung der Hülfsförderstrecke mit der Grundstrecke;
- *PP* Wetterthüren, welche die Wetter zur Zurücklegung des durch Pfeile angedeuteten Weges zwingen.

781. Es wurde gesagt, dass die Breite der schwebenden Streben zu 12 bis 16 m gewählt wird. Die Abmessung richtet sich nach der Menge der unterzubringenden Berge. Ueber 16 m geht man nicht hinaus, weil dann der Transport der Kohlen vor dem Stosse (durch Schaufeln) zu lästig wird.

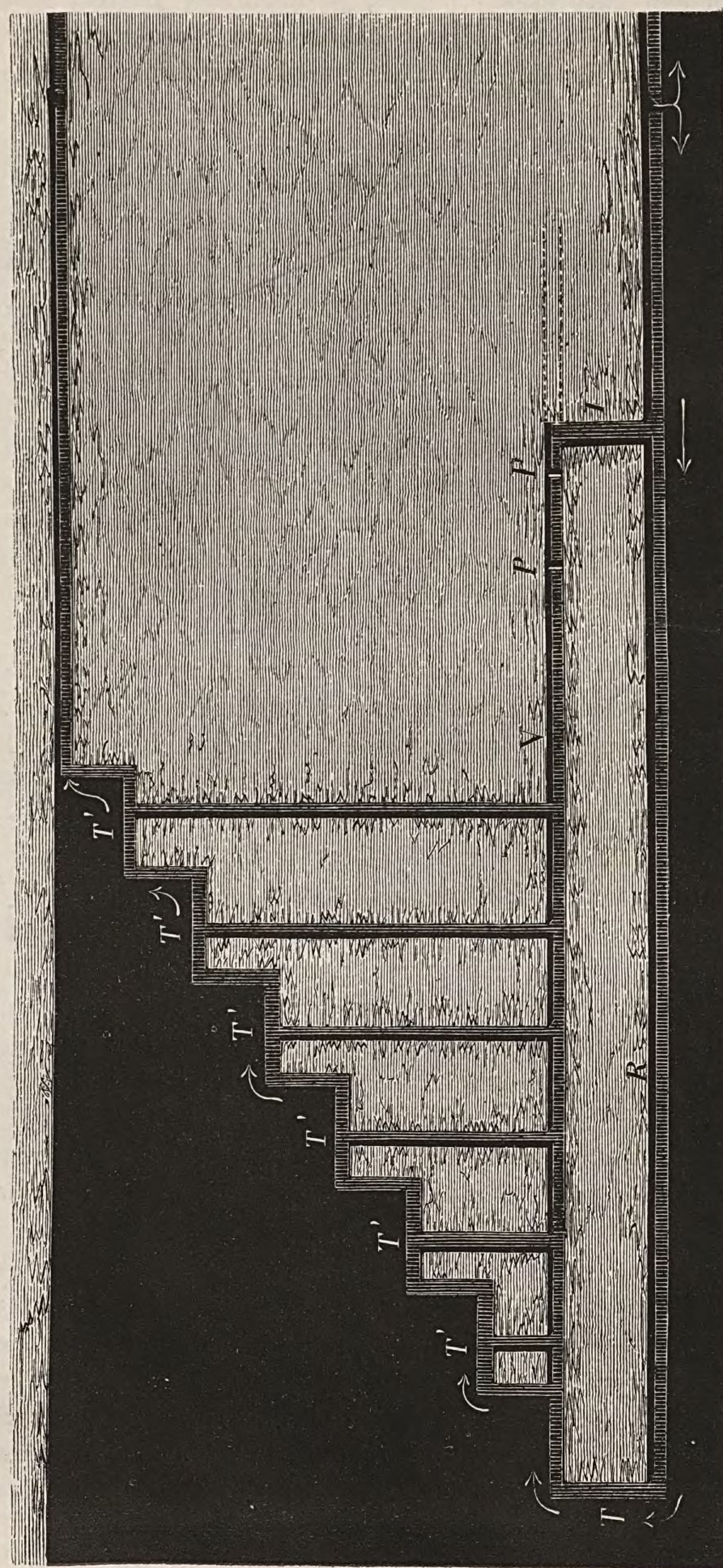


Fig. 375.

Vor jedem Strebstosse liegen, je nach der Breite, sechs, sieben oder acht Hauer. Jeder Hauer erhält 2 m Stossbreite zur Bearbeitung. Ausserdem ist ein Schaufler, ein Lader und ein Schlepper vorhanden.

782. Die Herstellung der Grundstrecken und — wenn das Flötz keine Schlagwetter führt — auch der schwebenden Strecken erfolgt mit Hülfe der Schiessarbeit. Entwickelt das Flötz Grubengas, so werden die schwebenden Strecken besser mit dem gewöhnlichen Gezähe oder mit dem Federkeil hergestellt. Obgleich nämlich hier die Schiessarbeit durch frische Wetter, welche man während der Nachtschicht durch die Strebstrecken direct hinaufgehen lässt, ventilirt werden kann, ist doch zu bedenken, dass es nur des Zubruchegehens einer Strebe oder eines Wetterzuges bedarf, um Schlagwetter bis an die Sprenglöcher zu stauen. Es ist unter allen Umständen gefährlich, drei oder vier Meter von einem möglicher Weise entflammbaren oder explosiblen Wetterstrome mit Pulver zu arbeiten.

783. Wenn das Einfallen 10^0 übersteigt, wird das Herabbugsiren der losen Wagen sehr schwierig und gefährlich und wird besser durch Bremsbergeförderung ersetzt. Für Fallwinkel von nicht viel über 10^0 kann man sich jedoch auch dadurch helfen, dass man die Strebstrecken nicht in die Einfallsrichtung legt, sondern mehr oder weniger schräg zu dieser Richtung stellt. Die Strebstösse erhalten dann ebenfalls eine „diagonale“ Richtung, es entsteht der sogenannte diagonale Strebbau. Da hierbei der Transport der Kohlen vor dem Stosse in abwärts gehender Richtung erfolgen kann, so lässt man die Strebstrecke nicht in der Mitte, sondern am Fusse jedes Strebstosses münden.

Bei diesem Systeme fallen die Wetterzüge zwischen den einzelnen Strebstössen weg; diese letzteren werden vielmehr in einer einzigen geraden Linie an einander gereiht (Fig. 376).

Der diagonale Bau wird auch bei flachem Einfallen zuweilen angewendet, wenn die Schlechten diagonal verlaufen. In diesem Falle ist es vortheilhaft, die Abbaustösse ebenfalls in diese Richtung zu legen.

784. Mag der Strebbau genau schwebend oder diagonal geführt werden, immer ist die Förderung in den Strebstrecken nur bei Längen von nicht über 50 bis 60 m rationell. Wenn die Feldeshöhe diese Länge bedeutend übersteigt, empfiehlt es sich, die höheren Streben in einer oder zwei Gruppen durch je eine horizontale Theilungsstrecke und einen aus dieser nach der Grundstrecke führenden Hauptbremsberg zu bedienen.

Von Zeit zu Zeit legt man die Bremsberge weiter vor, um die Handförderung in den Theilungsstrecken abzukürzen. Diese Verlegung

ist hier sehr leicht, da nur von Zeit zu Zeit eine Strebstrecke in grösseren Dimensionen aufgefahren und, wenn sie bis an die Theilungsstrecke gelangt ist, zum Bremsberge eingerichtet zu werden braucht.

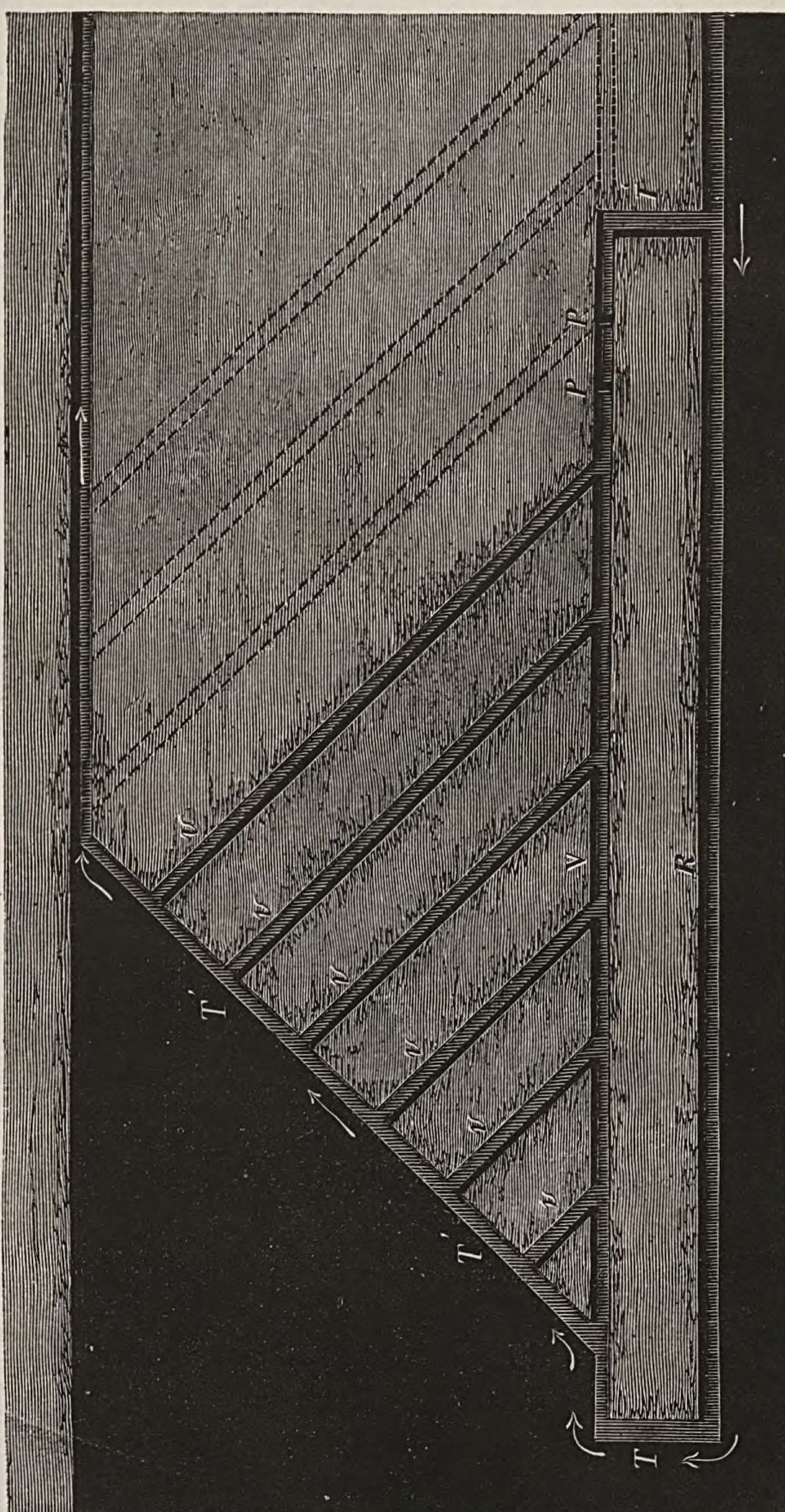


Fig. 376.

Fig. 377 zeigt einen Strebbau in drei Gruppen, also mit zwei Theilungsstrecken. Erläuterungen sind nicht erforderlich.

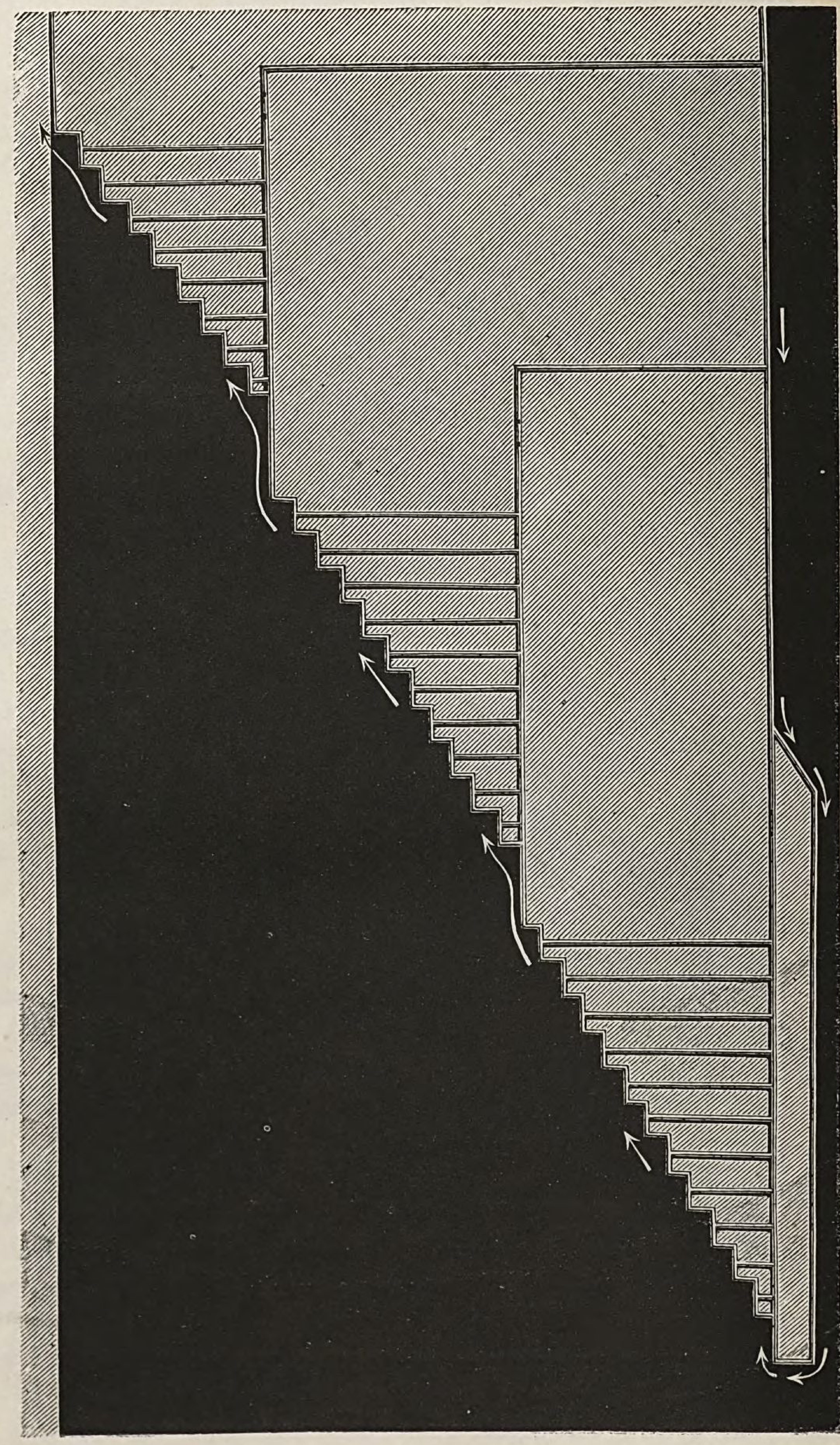


Fig. 377.

785. **Organisation der Arbeit beim schwebenden Strebbau.** — Als Beispiel mögen die Abbauverhältnisse eines Plateurs von 0,60 m Kohle und regelmässigem Einfallen von 8^0 dienen.

Die Feldeshöhe betrage 80 m. Dieses Feld wird mit einer streichenden Grundstreckenstrebe von 10 m Höhe und sechs schwebenden Streben von 12 m Breite und 12 m Abstufung gebaut.

Die Kohlenhauer haben je 2 m Abbaufront und rücken täglich 2 m vor. Die Streckendimensionen sind:

Grundstrecke beim ersten Auffahren	1,50 × 1,50 m
Schwebende Strebstrecken	1,50 × 1,50 „
Wetterstrecke	1,50 × 1,50 „
Grundstrecke nach der Erweiterung	2 × 2 „

Die tägliche Production des Feldes ist:

$$(10 + 6 \,.\, 12)\ 2 \,.\, 0{,}60 \,.\, 15 = 1456 \text{ hl oder } 135 \text{ t.}$$

Arbeitslöhne. — Tagschicht.

41 Kohlenhauer à 5,25 Frcs. (4,20 Mk.) .	215,25 Frcs.	(172,20 Mk.)
8 Schaufler (*bouteurs*) à 2,75 Frcs. (2,20 Mk.)	22,00 „	(17,60 „)
7 Kohlenlader (*chargeurs à la taille*) à 4,00 Frcs. (3,20 Mk.)	28,00 „	(22,40 „)
7 Schlepper (*sclonneurs*) à 4,50 Frcs. (3,60 Mk.)	31,50 „	(25,20 „)
2 Aufseher (*chefs de taille*) à 4,50 Frcs. (3,60 Mk.)	9,00 „	(7,20 „)
4 Handlanger und Holzschlepper à 3,50 Frcs. (2,80 Mk.)	14,00	(11,20 „)

Nachtschicht.

10 Streckenhauer (1 beim Auffahren der Grundstrecke, 1 für jede schwebende Strebe, 1 für die Wetterstrecke und 2 beim Erweitern der Grundstrecke) à 4,50 Frcs. (3,60 Mk.)	45,00 Frcs.	(36,00 Mk.)
22 Bergeversetzer (*remblayeurs*) (3 für die Grundstreckenstrebe, 2 für jede schwebende Strebe, 7 zum Zusetzen der abgeworfenen Strebstrecken) à 3,25 Frcs. (2,60 Mk.)	61,50 „	(49,20 „)
2 Aufseher à 4,50 Frcs. (3,60 Mk.) . .	9,00 „	(7,20 „)
2 Handlanger à 3,50 Frcs. (2,80 Mk.) .	7,00 „	(5,60 „)
Gesammtausgabe an Arbeitslohn .	442,25 Frcs.	(353,80 Mk.)

Holzkosten.

Die Streben werden mit Stempeln von 1 m gegenseitigem Abstand und mit Unterzügen verbaut.

164 Stempel von 0,60 m Länge, 98,40 laufende Meter, à 0,20 Frc. (0,16 Mk.)	19,68 Frcs.	(15,75 Mk.)
39 Unterzüge à 0,50 Frc. (0,40 Mk.) .	19,50 „	(15,60 „)
41 m Kiefernholz von 10 cm Durchmesser, à 0,24 Frc. (0,19 Mk.) pro laufenden Meter, zum Streckenausbau . . .	9,84 „	(7,87 „)
Gesammtausgabe für Holz . .	49,02 Frcs.	(39,22 Mk.)

Hiernach ergiebt sich, unter Berücksichtigung der täglichen Production, die folgende Tabelle für die Gewinnungskosten:

Positionen	Arbeitslohn		Holzkosten		Zusammen	
	Summe pro Tag Mk.	pro Tonne Kohlen Mk.	Summe pro Tag Mk.	pro Tonne Kohlen Mk.	Summe pro Tag Mk.	pro Tonne Kohlen Mk.
Hauerlohn	172,20	1,28	—	—	172,20	1,28
Schaufler- und Schlepperlohn	42,80	0,32	—	—	42,80	0,32
Kohlenladen in der Arbeit	22,40	0,17	—	—	22,40	0,17
Holzkosten in der Arbeit	—	—	31,35	0,23	31,35	0,23
Bergeversatz	49,20	0,36	—	—	49,20	0,36
Streckennachführen . .	36,00	0,27	7,87	0,06	43,87	0,33
Unterhaltung	Verschieden je nach der Entfernung vom Schachte					
Verschiedenes	31,20	0,23	—	—	31,20	0,23
Zusammen . .	353,80	2,63	39,22	0,29	393,02	2,92

786. Streichender Strebbau. — Bei dem streichenden Strebbau ist die Angriffsfront parallel der Einfallsrichtung und rückt in der Streichrichtung das Flötzes zu Felde.

Die abzubauende Feldeshöhe wird dem Einfallen nach in mehrere Abbaustösse getheilt, von denen jeder an seinem Fusse von einer horizontalen, durch einen Bremsberg oder ein Rollloch mit der Grundstrecke in Verbindung stehenden Hülfsförderstrecke bedient wird.

Fig. 378 stellt diese Disposition dar:

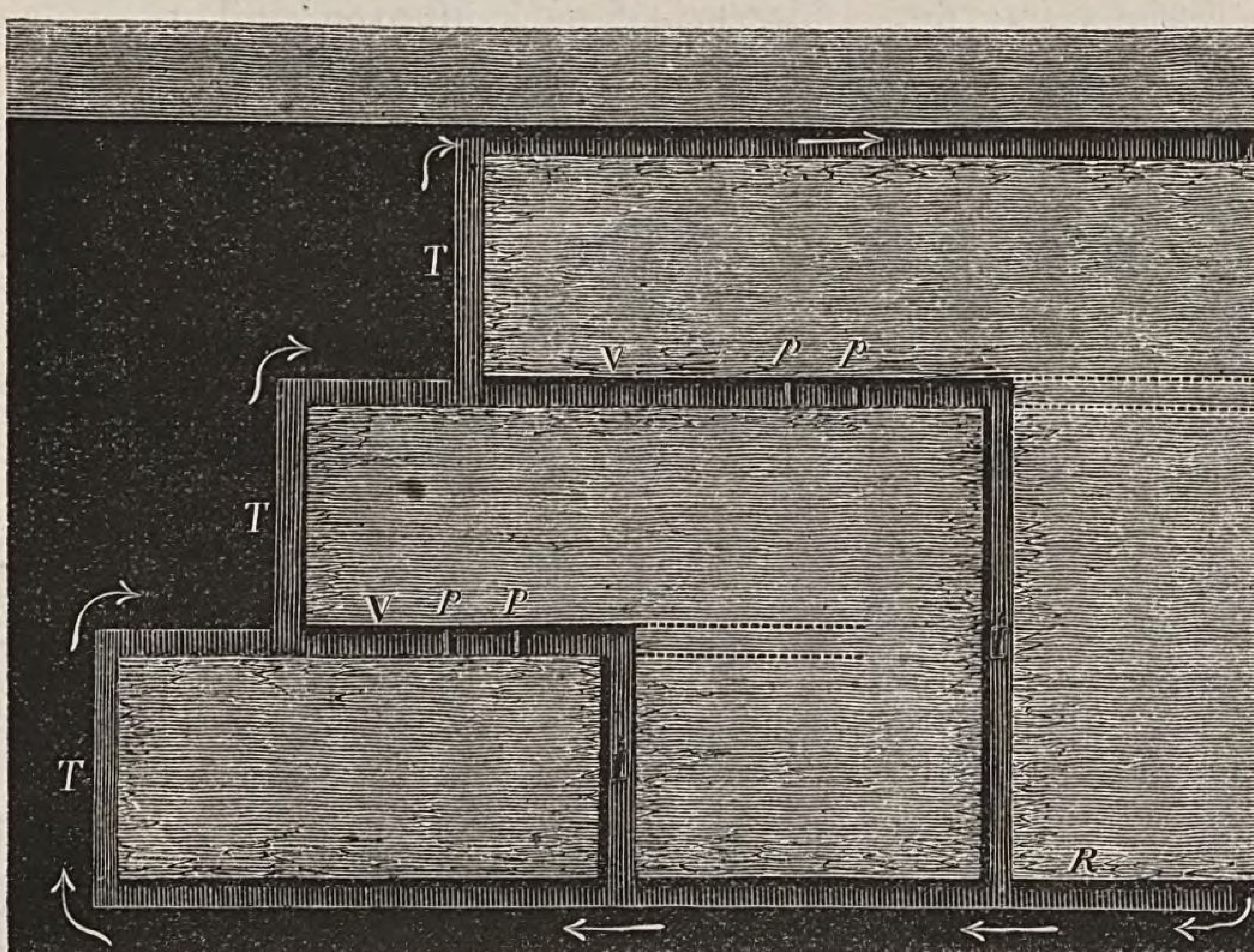
TT streichende Streben,

R Grundstrecke,

VV streichende Hülfsförderstrecken (Strebstrecken),
JJ Rolllöcher oder Bremsberge, welche jede Strebstrecke mit der Grundstrecke verbinden,
pp Wetterthüren in den Strebstrecken, welche die Wetter zu dem durch Pfeile angedeuteten Wege zwingen.

Die streichenden Streben erhalten im Allgemeinen grössere Dimensionen als die schwebenden. Letztere haben eine durch die Schwierigkeit des horizontalen Kohlenschaufelns gegebene Maximalbreite; bei den in der Einfallsrichtung liegenden Abbaustössen übt der Kohlentransport zum Förderwagen eine solche beschränkende Wirkung weit weniger aus. Die Höhe der streichenden Streben wechselt daher von

Fig. 378.



20 bis zu 50 oder 60 m, je nach der Menge der Berge und der Schnelligkeit, mit welcher die Kohlen aus der Arbeit weggeschafft werden können. Die Streben müssen womöglich hoch genug sein, um alle im Flötze und beim Streckennachreissen fallenden Berge aufzunehmen, dürfen aber nicht so hoch werden, dass die Kohlenproduction nicht mehr rasch genug aus der Arbeit weggeschafft werden kann (508).

Die Kohlenhauer rücken in gerader Front vor. Sie bearbeiten Stossbreiten von je 3 bis 4 m.

Der Kohlentransport in der Arbeit geschieht entweder durch Rutschen der Kohlen auf dem Liegenden oder auf einem Blechbelage oder unter Nachhelfen mit der Schaufel, oder endlich mittelst Schlitten (426).

Das Laden der Kohlen in die Förderwagen geschieht womöglich selbstthätig durch Trichter. Zu diesem Zwecke schneidet man die Strecken ins Liegende ein.

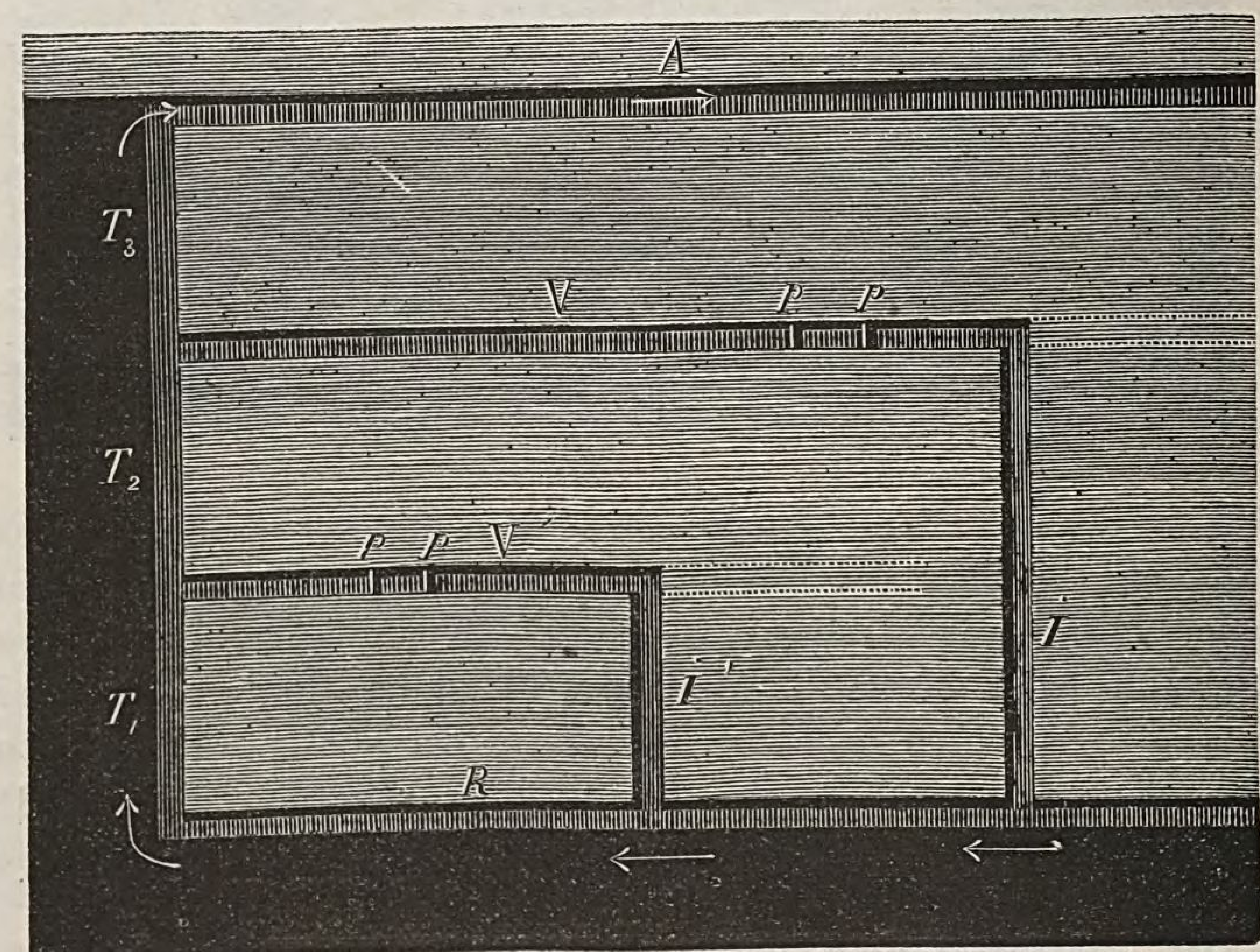
Die Zwischenförderung in den Hülfsförderstrecken erfolgt durch Schlepper. Wenn das Einfallen stark ist und die geringe Flötzmächtigkeit auf möglichst enge Hülfsstrecken hinweist, wendet man in letzteren ein kleineres Fördermaterial an und füllt die Kohlen in Rolllöcher ein. Andernfalls geschieht die Förderung zur Grundstrecke durch Bremsberge.

Das Streckennachreissen geschieht, wenn das Flötz keine Schlagwetter führt, mittelst Schiessarbeit. Sind Schlagwetter vorhanden, so darf nur in der Grundstrecke und auch hier nur mit grösster Vorsicht geschossen werden, während die Hülfsstrecken und die Wetterstrecke unter Vermeidung der Schiessarbeit nachzuführen sind.

Die Höhe der untersten Strebe wird so gewählt, dass in ihr auch die Berge von der Förderstrecke der zweiten Strebe noch Platz finden, dass also die oberen Streben möglichst vollständig von oben her versetzt werden.

787. Die streichenden Strebstösse können auf drei verschiedene Weisen gegen einander disponirt sein. Entweder bilden sie eine ein-

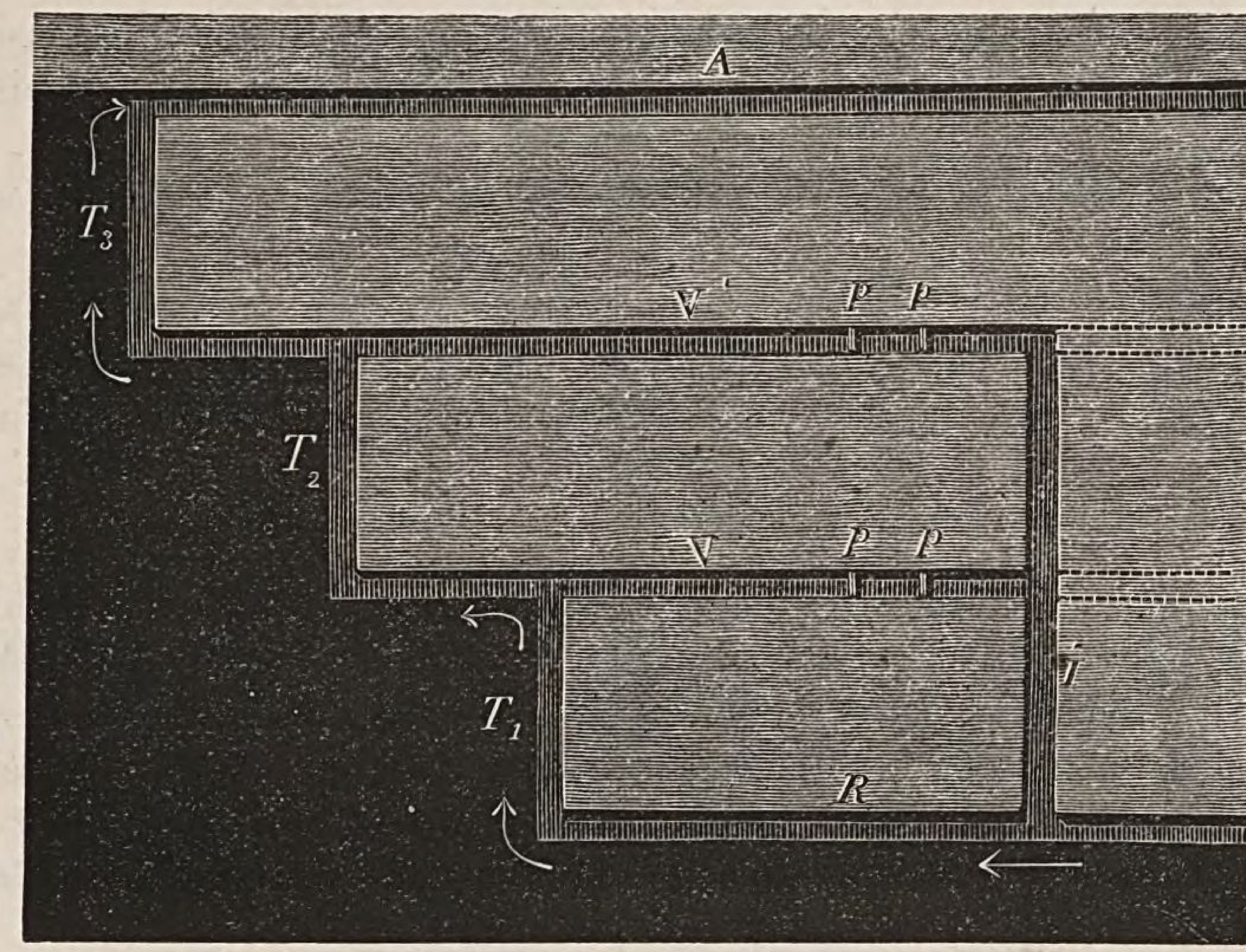
Fig. 379.



zige gerade Linie (Fig. 379), oder jeder nächsthöhere geht dem unteren voraus (Fig. 380), oder aber steht gegen denselben zurück (Fig. 378). Die letztere Disposition ist die gebräuchlichste. Sie macht die ein-

zelnen Arbeitsstätten unabhängig von einander und trägt zur Verringerung des Gebirgsdruckes bei. Der Abstand der einzelnen Strebstösse von einander ist sehr verschieden, 20 bis 40 oder 50 m.

Fig. 380.



788. Organisation der Arbeit beim streichenden Strebbau. — Die folgenden Einzelheiten sind des Beispiels wegen von einem streichenden Strebbau auf einem Flötze bei Seraing entnommen:

Das Flötz hat 0,85 m Kohle und schüttet pro Quadratmeter 13 hl oder 1,17 t. Das Gebirge ist gut und würde nur mit Stempeln und Unterzügen verbaut zu werden brauchen, wenn das häufige Vorkommen von Glocken nicht die Zuhülfenahme von Stangenholz und Faschinen erforderte.

Das Flötz ist weich und enthält sehr bröckelige Schiefermittel, welche mit der Kohle zugleich hereingewonnen werden. Letztere ist sehr griesreich und unrein.

Die Kohlenhauer arbeiten im Gedinge; jeder muss bei 5 m Stossbreite täglich 1,50 m vorrücken, kohlt also 7,5 qm ab und producirt dabei das beträchtliche Quantum von 97 hl oder 8,5 t Kohlen.

Das Verbauen der Arbeit (440) geschieht während der Nacht. Zwei Arbeiter verbauen drei Streben.

Die Förderhöhe ist in drei über einander liegende Streben eingetheilt, deren Höhe beträgt:

bei der ersten 28 m,
" " zweiten 28 ",
" " dritten 25 ".

32*

Der Horizontalabstand zwischen den Strebstössen beträgt:

von dem ersten zum zweiten 25 m,
" " zweiten " dritten 35 ".

Das Flötzfallen ist 25 bis 30^0. Die Kohlen der oberen Streben werden durch streichende Hülfsstrecken zu einem Rollloche gefördert, welches mit Blechbelag auf dem Liegenden versehen ist und mit einem Ladetrichter in die Grundstrecke einmündet.

Jede Strebe ist ebenfalls mit Blechbelag versehen, so dass je zwei Schaufler zur Beseitigung der Kohlen genügen.

Nur die Kohlen von der ersten Strebe müssen mit der Schaufel eingeladen werden, die übrigen werden, da die Strecken ins Liegende eingeschnitten werden, von den Schleppern durch Trichter in die Wagen gefüllt.

Das Streckennachführen geschieht in folgender Weise:

1. Grundstrecke. — Das Nachreissen erfolgt in der Nachtschicht mittelst Schiessarbeit durch zwei Streckenhauer. Beim ersten Male bleibt das Dach unverritzt und wird provisorisch durch eine über zwei ungleich lange Stempel gelegte Kappe unterfangen. Wenn der erste Gebirgsdruck vorüber ist, reisst man die Firste nach und giebt der Strecke ihren definitiven Querschnitt von der gewöhnlichen Form. Diese Arbeit folgt 50 m hinter dem ersten Auffahren.

2. Strebstrecken. — Bei diesen erfolgt das Nachreissen mit dem Federkeil, also ohne Pulver. Während der Tagschicht reisst ein Streckenhauer das Dach nach, in der Nachtschicht schneiden zwei andere ins Liegende ein. Die Verzimmerung besteht nur in einem Stempel am oberen Stosse.

3. Wetterstrecke. — Das Nachreissen erfolgt wie bei den Strebstrecken, aber die Zimmerung besteht aus vollständigen Thürstöcken von 1,80 m langem Eichenholz.

4. Bergeversatz. — Alle Berge der Grundstrecke werden durch zehn Bergeversetzer in die unterste Strebe gehoben. Für die übrigen Streben genügen vier Bergeversetzer, da hier der Versatz grösstentheils von oben her eingebracht wird.

Die Gewinnungskosten dieses Abbaufeldes berechnen sich folgendermaassen:

Production.

Es werden täglich abgebaut:

$$(28 + 28 + 25) . 1,50 = 121,50 \text{ qm},$$

welche 1539 hl oder 138 t Kohlen schütten.

Holzkosten.

24	Unterzüge à 0,50 Frc. (0,40 Mk.) . .	12,00 Frcs.	(9,60 Mk.)
120	Stempel (5 pro Unterzug) von 0,85 m Länge, zusammen 102 laufende Meter Stempel von verschiedenen Holzarten, à 0,20 Frc. (0,16 Mk.)	20,40 „	(16,32 „)
30	Bündel Stangenholz (je 6 Stangen) à 0,50 Frc. (0,40 Mk.)	15,00 „	(12,00 „)
80	Bund Reisig à 0,06 Frc. (0,05 Mk.) .	4,80 „	(3,84 „)
16	laufende Meter Kiefernholz von 10 cm Durchmesser à 0,24 Frc. (0,19 Mk.) .	3,84 „	(3,07 „)
	Gesammtausgabe für Holz . .	56,04 Frcs.	(44,83 Mk.)

Arbeitslöhne.

17	Kohlenhauer à 5,25 Frcs. (4,20 Mk.) .	89,25 Frcs.	(71,40 Mk.)
2	Verbauer (Nachtschicht) à 4,50 Frcs. (3,60 Mk.)	9,00 „	(7,20 „)
6	Kohlenschaufler à 2,50 Frcs. (2,00 Mk.)	15,00 „	(12,00 „)
1	Kohlenlader	4,00 „	(3,20 „)
3	Schlepper (2 in der unteren und 1 in der oberen Hülfsförderstrecke) à 4,00 Frcs. (3,20 Mk.)	12,00 „	(9,60 „)
4	Aufseher (3 auf der Tag-, 1 auf der Nachtschicht) à 4,50 Frcs. (3,60 Mk).	18,00 „	(14,40 „)
1	Handlanger	1,80 „	(1,44 „)
1	Holzschlepper	3,50 „	(2,80 „)
11	Streckenhauer à 4,50 Frcs. (3,60 Mk.)	49,50 „	(39,60 „)
18	Bergeversetzer à 3,00 Frcs. (2,40 Mk.)	54,00 „	(43,20 „)
	Gesammtausgabe an Arbeitslohn . .	256,05 Frcs.	(204,84 Mk.)

Hieraus ergiebt sich für die Gewinnungskosten des fraglichen Abbaufeldes folgende Tabelle:

Positionen	Arbeitslohn		Holzkosten		Zusammen	
	Summe pro Tag Mk.	pro Tonne Kohlen Mk.	Summe pro Tag Mk.	pro Tonne Kohlen Mk.	Summe pro Tag Mk.	pro Tonne Kohlen Mk.
Hauerlohn	71,40	0,52	—	—	71,40	0,52
Schaufler- und Schlepperlohn	21,60	0,16	—	—	21,60	0,16
Kohlenladen in der Arbeit	3,20	0,02	—	—	3,20	0,02
Verbauen der Arbeit . .	7,20	0,05	41,76	0,30	48,96	0,35
Bergeversatz	43,20	0,31	—	—	43,20	0,31
Streckennachführen . .	39,60	0,29	3,07	0,02	42,67	0,31
Streckenunterhaltung . .	Verschieden je nach der Entfernung vom Schachte					
Verschiedenes	18,64	0,14	—	—	18,64	0,14
Zusammen . .	204,84	1,49	44,83	0,32	249,67	1,81

789. Die Wahl zwischen schwebendem und streichendem Strebbau hängt einzig und allein von der Flötzlagerung ab. Hierbei ist der Einfallwinkel und das sonstige Verhalten zu unterscheiden.

Was den ersteren betrifft, so kann man den Winkel, bei welchem die Kohlen von selbst auf dem Liegenden herabzurutschen beginnen, als Grenze zwischen den beiden Methoden annehmen. Bei geringerer Neigung sind schwebende Streben insofern vortheilhafter, als sie durch eine auf ihre Mitte ausmündende schwebende Strecke (eventuell Bremsberg) besser von Kohlen zu entleeren sind, als eine streichende Strebe durch Herabschaufeln auf dem schwach geneigten Liegenden. Bei stärkerer Neigung fällt das Schaufeln bei den streichenden Streben fort und sind diese immer leicht zu entleeren.

Was sodann das sonstige Flötzverhalten in Bezug auf die Lagerung betrifft, so eignet sich schwebender Strebbau nur für regelmässige Lagerung, bei welcher das Einfallen und die Streichrichtung auf längere Erstreckungen constant bleiben. In diesem Falle kann man nach den früher mitgetheilten Rücksichten die günstigste Breite der schwebenden Streben auswählen und dieselbe bis zum vollständigen Verhau des betreffenden Feldes beibehalten. Andernfalls hingegen kann ein Wechseln des Einfallwinkels um einige Grade die Bedingungen der Förderung in den Strebstrecken vollständig verändern und eventuell sehr ungünstig gestalten.

Streichende Streben bequemen sich den Wellen der Flötzlagerung viel besser an. Die Hülfsförderstrecken gehen immer horizontal weiter

und folgen dabei allen Aus- und Einbiegungen des Streichens, während nur die Höhe der Strebstösse ohne Nachtheil für den Betrieb sich ändert. Diese können übrigens, wenn sie zu hoch werden, auch nach Belieben durch eingeschobene Zwischenstrecken getheilt oder, wenn sie zu niedrig werden, durch Weglassung von Strecken verbreitert werden. Jedenfalls haben hier Schwankungen in der Ausdehnung der Abbaustösse keine so grossen Bedenken, da der Kohlentransport zum Förderwagen immer in der Fallrichtung erfolgt, während für schwebende Abbaustösse jene Maximalbreite von etwa 20 m existirt, bei deren Ueberschreitung das Fortschaufeln der Kohlen allzu lästig wird und die Arbeitsstätte nicht mehr rasch genug entleert werden kann.

Selbst bei sehr gestörter Lagerung bietet der streichende Strebbau keine Schwierigkeiten, während schwebender Bau dadurch ganz unmöglich wird.

Wir kommen sonach zu dem Schlusse: Bei ganz regelmässiger Lagerung und flachem, d. h. 30^0 nicht übersteigendem Einfallen verdient der schwebende Bau den Vorzug. Bei nicht ganz regelmässiger Lagerung und Einfallwinkeln von mehr als 30^0 ist streichender Bau anzuwenden. In dazwischen liegenden oder zweifelhaften Fällen wählt man diejenige Richtung der Stösse, bei welcher die etwaigen Schlechten am besten ausgenutzt werden.

Neben diesen Hauptrücksichten sind noch folgende Punkte von Wichtigkeit:

Die Wetterführung gestaltet sich bei streichenden Streben besser als bei schwebenden; einmal, weil wegen der im Allgemeinen grösseren Ausdehnung der streichenden Strebstösse die Anzahl der Ecken geringer ist; dann aber auch, weil das aus dem Stosse sich entwickelnde Grubengas in der Fallrichtung von selbst aufsteigt, während es bei dem schwebenden Strebstosse sich anzusammeln strebt.

Die Hereingewinnung der Kohle ist leichter beim schwebenden Bau. Bei starkem Einfallen wird sie jedoch gefährlich.

Das Laden der Kohlen ist bei den streichenden Streben bequemer als beim schwebenden Bau, weil dort Ladetrichter benutzt werden können.

§. 2.

Abbau mittelstarker Flötze.

790. Unter mittelstarken Flötzen sollen hier solche verstanden werden, deren Mächtigkeit ungefähr den gewöhnlichen Streckendimensionen entspricht, so dass die Strecken ganz oder fast ganz in der Kohle stehen und kein oder nur wenig Versatzmaterial liefern (404).

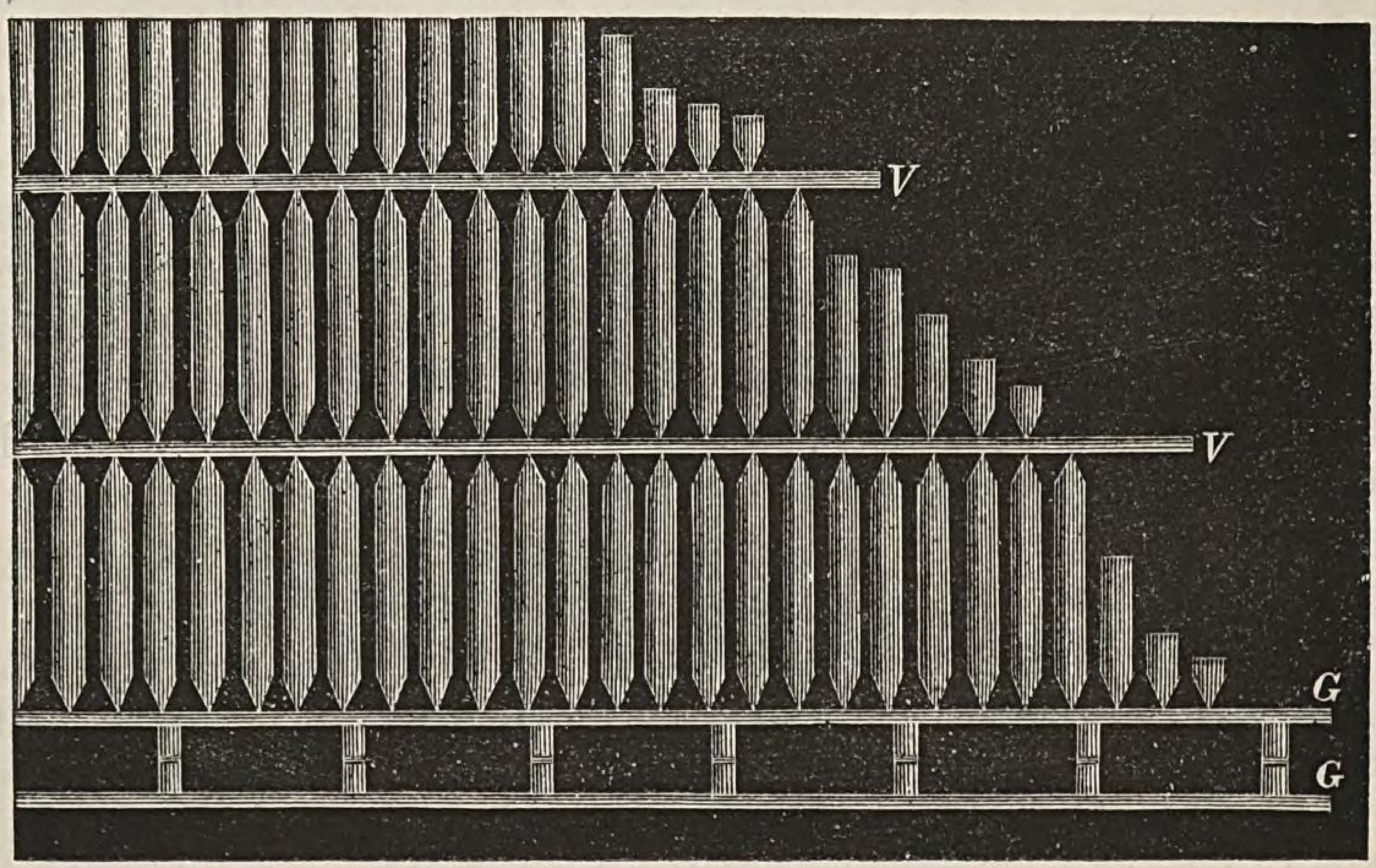
Nöthigenfalls könnten diese Flötze mittelst derselben Systeme abgebaut werden, wie die schwachen Flötze, indem man die zur Ausfüllung der ausgehöhlten Räume nöthigen Massen von Tage herbeischaffte. Dies würde jedoch sehr theuer werden und ist hier nicht nothwendig, vielmehr werden die in Frage stehenden Flötze im Allgemeinen durch Pfeilerbau, ohne Bergeversatz, abgebaut.

Das allgemeine Princip des Pfeilerbaues ist schon früher entwickelt worden (404). Hier brauchen nur noch einige Beispiele betrachtet zu werden, als welche die in England und in Westfalen gebräuchlichsten Abbaumethoden gewählt werden sollen. Dort finden sich nämlich hauptsächlich mittelstarke Flötze.

791. Englische Abbausysteme für mittelstarke Flötze. — Die nachfolgenden Beispiele beziehen sich auf 1 bis 3 m mächtige, flach gelagerte Flötze, wie sie in den englischen Kohlenbecken die Regel bilden.

792. Ursprünglich baute man diese Flötze mittelst breiter Strecken ab, welche die Stelle der Streben versahen, aber zur Unterstützung des

Fig. 381.



Hangenden durch stehenbleibende Kohlenpfeiler von einander getrennt waren.

Fig. 381 giebt ein Bild von diesem Abbau. Die untere Grenze bilden zwei streichende Strecken *G G*, welche zur Wetterführung während des Auffahrens von Zeit zu Zeit durch Durchhiebe mit einander in Verbindung gebracht werden. Diese Durchhiebe werden der Reihe nach durch Wetterthüren wieder abgesperrt. Die eine der beiden Strecken dient zum Vorströmen der Wetter und steht mit dem Förder-

schacht, die andere dient zum Zurückströmen der Wetter und steht mit dem Wetterschacht in Verbindung.

Das Abbaufeld wird nun durch eine parallele Reihe streichender Strecken *VV*, welche 40 bis 50 m weit aus einander stehen, in einzelne Streifen getheilt. Die Theilungsstrecken stehen mit der Grundstrecke, je nach der Stärke des Flötzfallens, durch diagonale Förderstrecken oder durch Bremsberge in Verbindung. Die zwischen den Theilungsstrecken anstehende Kohle wird durch sogenannte Abbaustrecken von ungefähr 4 m Breite abgebaut, welche auf den Theilungsstrecken senkrecht stehen und zwischen sich schwebende Kohlenpfeiler von 1,50 bis 2 m Breite lassen. Um die streichenden Strecken zu schützen, setzt man die Abbaustrecken aus den ersteren mit geringer, zur Förderung eben genügender Breite an und erweitert sie erst allmählich in der abgebildeten Weise.

Dieses ursprüngliche Abbausystem ist mehr und mehr im Verschwinden begriffen. Ein beträchtlicher Theil (15 bis 40 Proc.) der Kohlen wird bei ihm verloren gegeben und hinsichtlich der Wetterführung ist es ganz mangelhaft. Das System widerspricht auch dem Principe von der Theilung des Wetterstromes. Die Abbaustösse, fortwährend in Sackgassen gelegen, sind schlecht ventilirt und es entstehen schliesslich grosse, gefährliche Reservoire von Schlagwettern. Man kann behaupten, dass die fast allgemeine Anwendung dieses Abbausystems in England die Hauptursache der dort so vielfach vorgekommenen grossen Grubenunglücke gewesen ist.

793. Bei der beschriebenen Abbaumethode sucht man die Abbaustrecken möglichst breit und die dazwischen stehen bleibenden Kohlenpfeiler nur so stark zu nehmen, dass das Hereinbrechen des Hangenden vermieden wird.

Eine erste Verbesserung besteht darin, dass umgekehrt die Abbaustrecken nur als Vorrichtungsarbeiten betrachtet werden und die Pfeiler so grosse Dimensionen erhalten, dass man sie nachher von rückwärts kommend abbauen und das Hangende hinter sich zu Bruche gehen lassen kann.

Der Pfeilerverhieb bildet hier den nutzbringenden Theil des Abbaues, falls man die Pfeiler stark genug gelassen hat, um sie nicht nachher durch den Druck allzusehr verquetscht zu finden.

794. Eine der in England gebräuchlichsten Methoden dieses Princips ist die, bei welcher das Abbaufeld in einzelne Bauabtheilungen von 3 bis 4 Hectaren Fläche getheilt wird, welche von einander durch hinreichend starke Kohlenpfeiler getrennt bleiben.

Sobald eine solche Feldesabtheilung durch Abbaustrecken vorgerichtet ist, kann darin unmittelbar zum Pfeilerabbau (zum „Abpfeilern") übergegangen werden, ohne die Vorrichtung der anderen

Abtheilungen abzuwarten. Auf diese Weise erreicht man eine Reihe von Vortheilen, von denen die hauptsächlichsten folgende sind:

Man kann Abbaustreckenbetrieb und Pfeilerabbau neben einander hergehen lassen und so eine grössere Gleichmässigkeit in den Gewinnungskosten und der Qualität der Förderung erzielen. Während in einer oder mehreren Bauabtheilungen abgepfeilert wird, stehen andere im Abbaustreckenstadium, und so fort bis zur gänzlichen Erschöpfung des Feldes.

Jede Bauabtheilung kann, da sie vollständig isolirt ist, durch einen besonderen Wetterstrom ventilirt werden. Der Hauptwetterstrom wird dann in so viele Theilströme getheilt, als Bauabtheilungen vorhanden sind. Hieraus ergeben sich alle Vortheile, welche die Theilung des Wetterstromes überhaupt mit sich führt (594).

Da das Abpfeilern einer einzelnen Bauabtheilung verhältnissmässig wenig Zeit erfordert, so werden die Pfeiler nicht so leicht durch den Gebirgsdruck verquetscht oder durch die Berührung mit der Luft verwittert. Man erhält also einen grösseren Stückkohlenfall, als wenn man das ganze Feld erst bis zur Grenze durch Abbaustrecken vorrichten und dann erst von hinten her den Pfeilerabbau beginnen wollte.

Endlich kann man, wenn eine Bauabtheilung abgepfeilert ist, deren Zugänge durch Backsteindämme dicht abschliessen und dadurch die Gefahr der Schlagwetteransammlungen verringern.

Fig. 382 giebt eine theoretische Skizze von einem solchen abtheilungsweisen Abbau. Es ist dabei ein Flötz mit einigem Einfallen vorausgesetzt. Zuerst werden drei nahe beisammenliegende, parallele einfallende Strecken A, welche der Wetterführung wegen durch Durchhiebe mit einander verbunden sind, hergestellt. Da die Durchhiebe nur während des Auffahrens, und auch hierbei immer nur der letzte, zum Wetterdurchzug dienen, so werden sie der Reihe nach durch Thüren wieder versperrt. Die mittlere Strecke dient später zur Kohlenförderung und zum Einziehen der Wetter, während durch die beiden seitlichen Strecken die Wetter zurückströmen.

In gewissen Abständen werden hierauf streichende Doppelstrecken B aufgefahren, welche das Feld in Streifen von 250 bis 300 m Breite theilen. Diese Streifen werden sodann in Bauabtheilungen $M, M, M, \ldots$ von etwa 4 ha Flächeninhalt getheilt, welche durch Kohlenpfeiler von 40 bis 50 m Breite von einander getrennt sind.

Sobald der Abbaustreckenbetrieb in einer Abtheilung beendigt ist, wird abgepfeilert, während in anderen Abtheilungen die Vorrichtung durch Abbaustrecken ihren Fortgang nimmt.

Diese Abbaustrecken werden mit 3 oder 4 m Breite nach zwei Richtungen hin aufgefahren und zerlegen die Bauabtheilung in Pfeiler von etwa 20 m Breite und 40 m Länge. Diese Pfeiler werden hernach

von rückwärts abgebaut („verhauen"), indem man das Gebirge hinter sich zu Bruche gehen lässt. Das Zubruchegehen wird übrigens durch eine successive weggenommene Zimmerung geregelt.

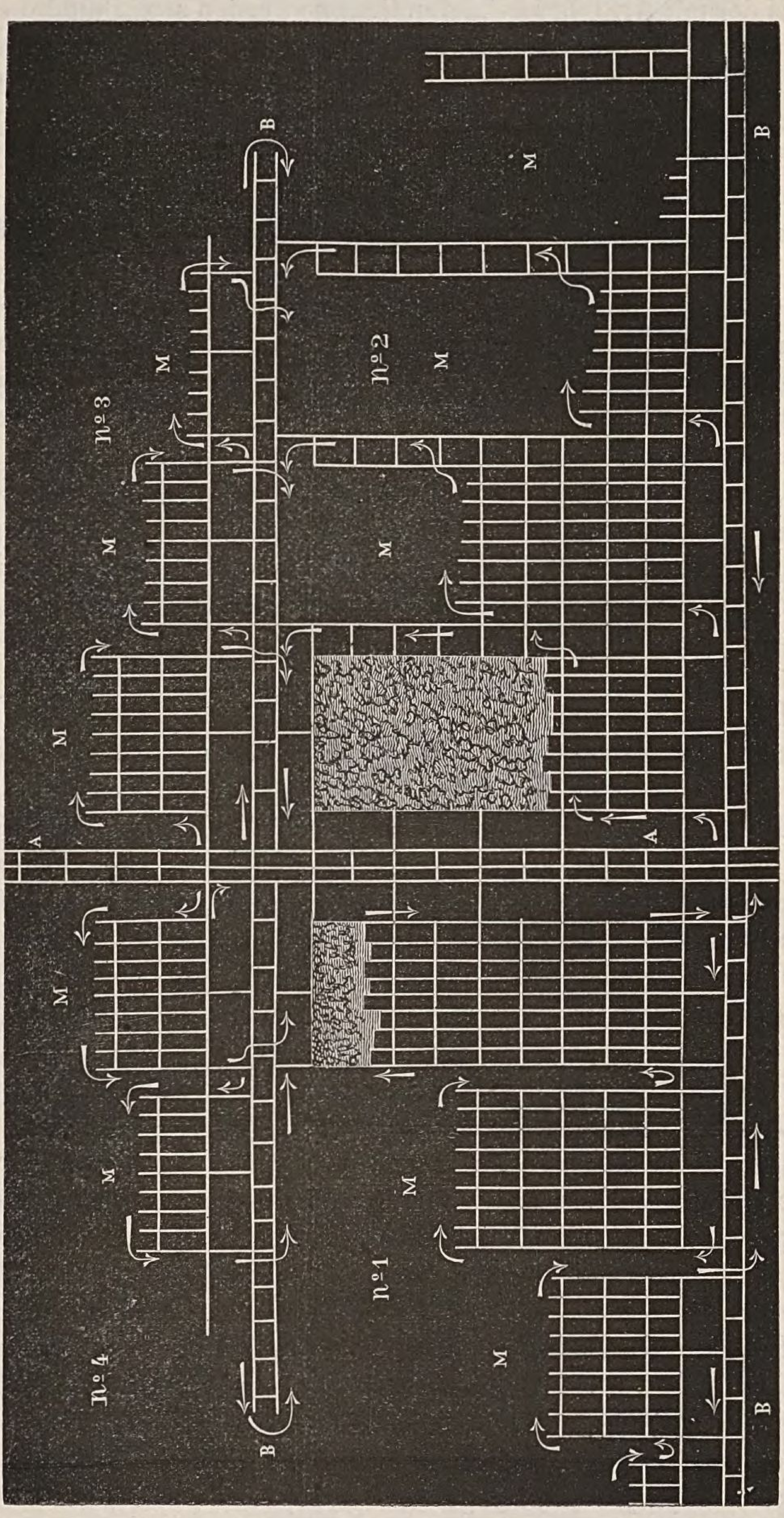


Fig. 382.

Was die Einzelheiten der Wetterführung betrifft, so kann man darin sehr verschiedene Anordnungen wählen. Die Skizze Fig. 382 bringt drei verschiedene Wetterführungsweisen zur Anschauung.

Bei der mit Nr. 1 bezeichneten Gruppe werden zwei Bauabtheilungen durch einen Wetterstrom ventilirt. In der einen Bauabtheilung hat der Pfeilerverhieb begonnen, die andere steht noch im Abbaustreckenstadium. Der Wetterstrom bestreicht zuerst die letztere, dann die erstere Abtheilung. Diese Methode widerspricht dem Princip von der Theilung des Wetterstromes und ist daher verwerflich.

Bei der mit Nr. 2 bezeichneten Gruppe wird jede Abtheilung durch einen besonderen Wetterstrom ventilirt. Die frischen Wetter treten durch die untere Durchgangsstrecke ein, circuliren in den Abbaustrecken und vor den Pfeilerabbauen und ziehen durch die obere Durchgangsstrecke ab. Wenn der Pfeilerabbau schon begonnen hat, so ventiliren sie ausserdem vor ihrem Abzuge noch die im Rücken des Abbaues verbleibenden Hohlräume. Dieser letztere Umstand in Verbindung mit der durchgeführten Theilung des Wetterstromes lässt die in Rede stehende Methode als die rationellste erscheinen.

Bei Gruppe Nr. 3 hat ebenfalls jede Abtheilung ihren eigenen Wetterstrom, aber derselbe zieht nicht durch eine obere, sondern durch eine der unteren Durchgangsstrecken ab.

795. In Fig. 382 konnte des kleinen Maassstabes wegen nur der allgemeine Gang der Wetterführung angedeutet werden. Einige Einzelheiten verdienen jedoch noch besondere Betrachtung.

Die Vertheilung der Wetter erfolgt mit Hülfe von Absperrthüren, welche den Strom vor alle die verschiedenen Punkte hinzwingen, und von Schieberthüren, welche das in jede Abtheilung einströmende Quantum reguliren. Fig. 383 giebt als Beispiel hierfür die Gruppe Nr. 4 der vorhergehenden Figur in grösserem Maassstabe wieder.

Bei dem hier in Rede stehenden Abbausysteme kommt es, wie schon ein Blick auf die Figuren lehrt, häufig vor, dass Wetterströme sich im rechten Winkel kreuzen müssen. Dies wird durch sogenannte Wetterkreuze (*crossings*) bewerkstelligt (Fig. 384), welche ganz speciell in England zu Hause sind. Die Trennung der beiden Wetterströme geschieht durch ein Gewölbe von Backsteinen. Der obere Durchgang ist für die abziehenden Wetter bestimmt. Zuweilen ist zur noch grösseren Sicherheit der obere Durchgang durch das feste Hangende gebrochen, so dass das Wetterkreuz gegen die Wirkungen einer Schlagwetterexplosion durch eine trennende Gebirgsmasse gesichert ist.

Die Ventilation der Abbaustreckenbetriebe geschieht mittelst Scheider, welche die Wetter bis vor die Ortsstösse zwingen. Diese Scheider werden jedesmal abgebrochen, sobald der nächste Pfeilerdurch-

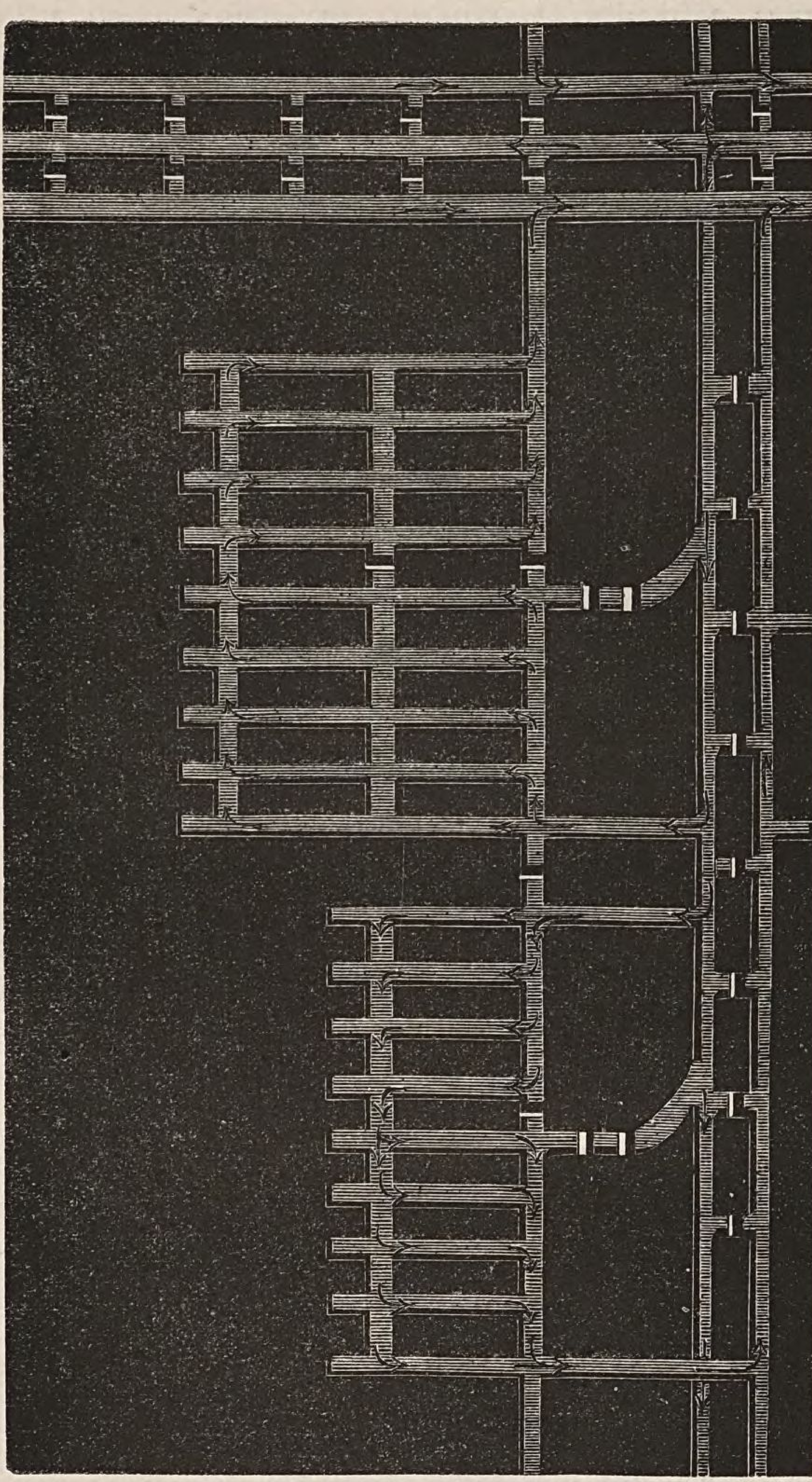
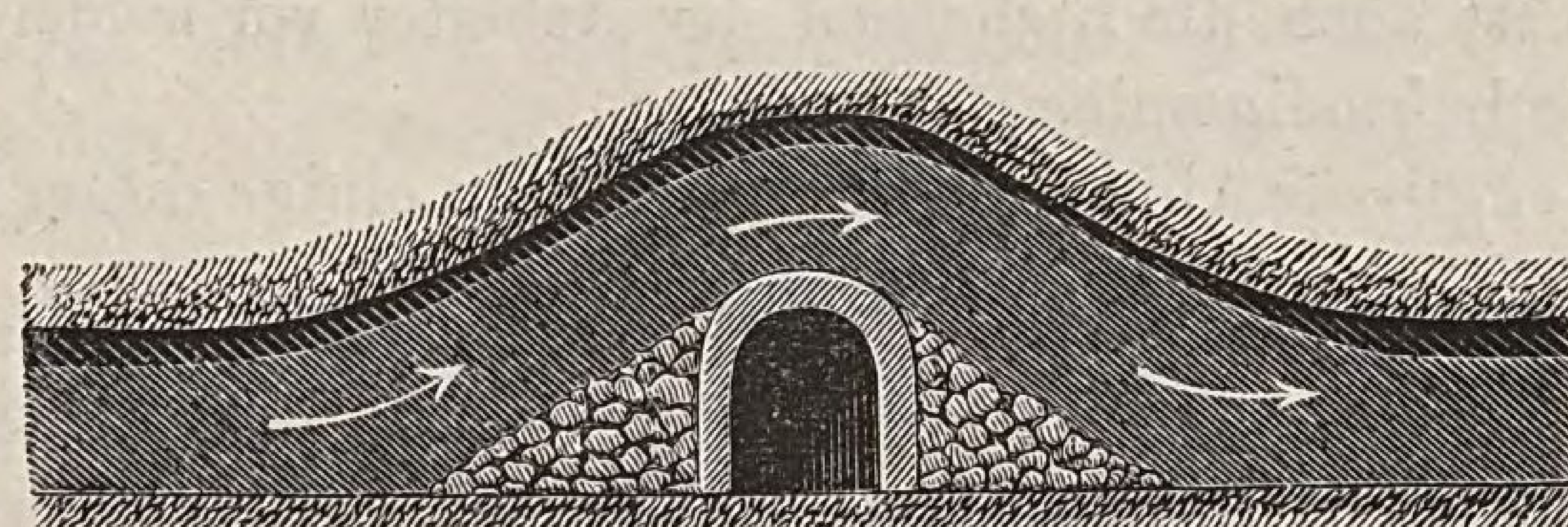


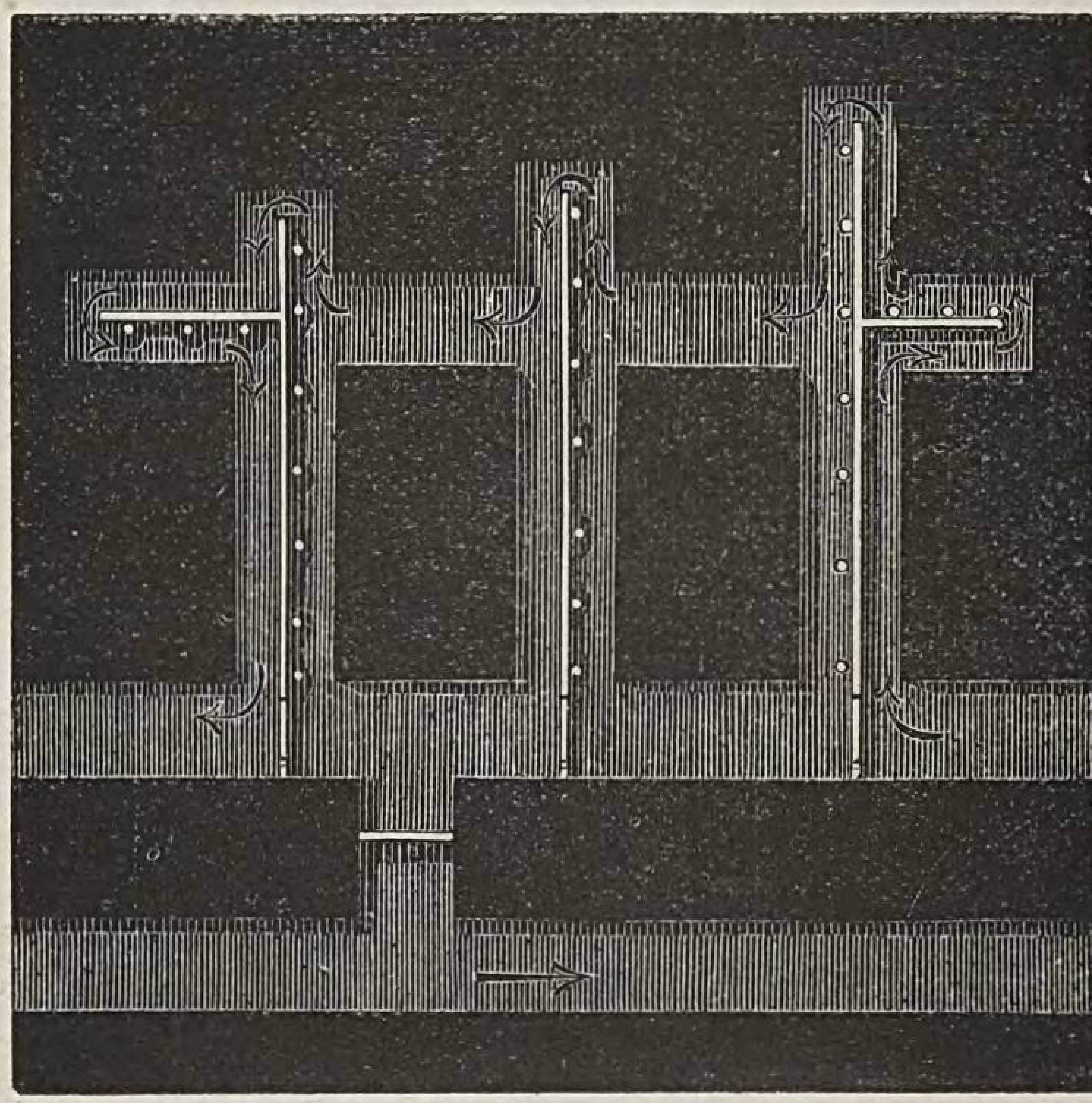
Fig. 383.

Fig. 384.



hieb die Wetterlosung hergestellt hat. Fig. 385 macht die Anordnung der Scheider für den Fall von Fig. 383 ersichtlich.

Fig. 385.



796. Die vorstehende Abbauweise ist noch sehr verbreitet in England. Sie hat jedoch den Nachtheil, dass die Flötze nicht vollständig abgebaut werden, theils weil es nicht immer möglich ist, sämmtliche Pfeiler einer Abtheilung zu gewinnen, theils weil die spätere Gewinnung der zwischen den einzelnen Abtheilungen verbleibenden Trennungspfeiler oft unmöglich ist. Man nimmt an, dass bei der fraglichen Methode im Durchschnitt 30 Proc. der Kohlenmasse verloren gehen, während bei den schwachen, mit Bergeversatz abgebauten Flötzen Belgiens und sogar bei den mit von Tage hereingefördertem Bergeversatz abgebauten mächtigen Flötzen Frankreichs der Verlust noch nicht 5 Proc. beträgt.

Die Ventilation lässt ebenfalls Vieles zu wünschen übrig. Wenn auch beträchtliche Wettermengen durch die Grube geführt und in die verschiedenen Baufelder vertheilt werden, so werden doch wegen der Verluste an den Wetterkreuzen und Wetterthüren die Abbaustösse mangelhaft bestrichen.

Endlich ist auch die Sicherheit der Arbeiter vor niederbrechenden Massen keine befriedigende.

Andere englische Abbausysteme vermeiden einige dieser Nachtheile.

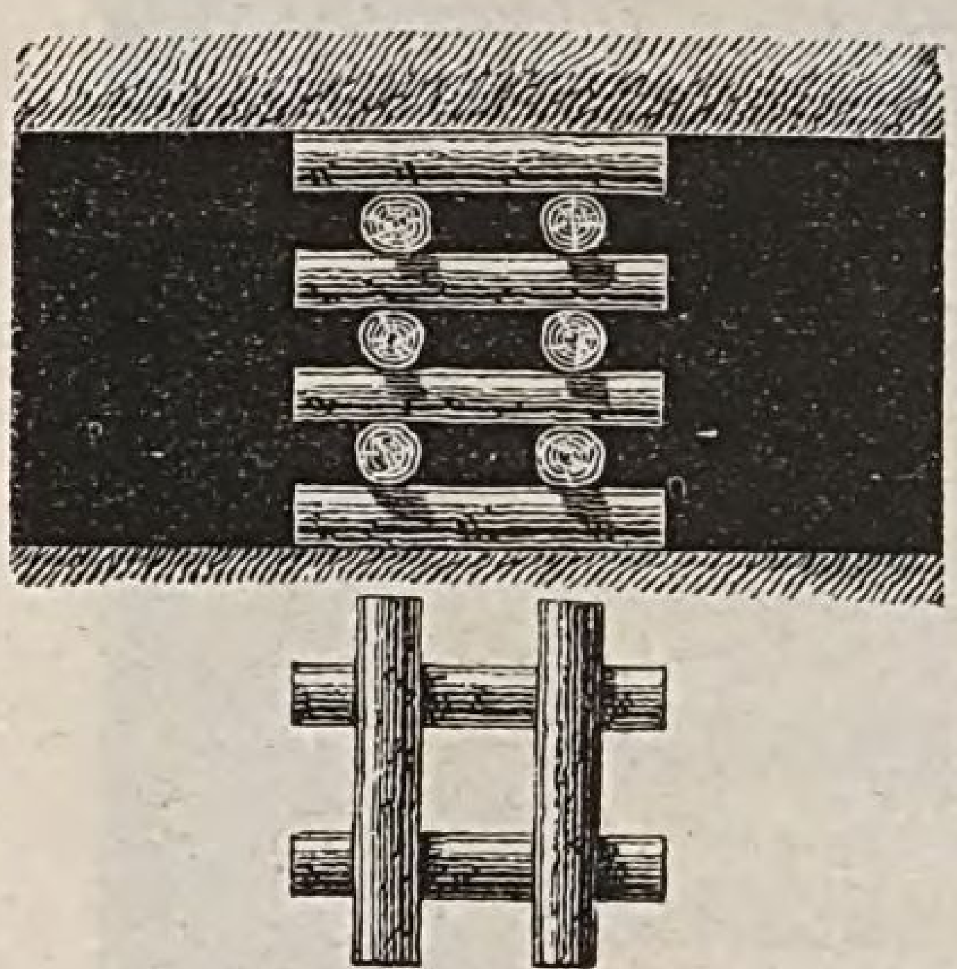
797. Eins dieser Systeme besteht darin, dass man mit breiten Abbaustössen feldwärts fährt und hinter sich, in dem Bruchfelde, gemauerte Strecken offen hält. Das Mauerwerk wird aus grossen, von den zu Bruche gegangenen Stellen gewonnenen Bergestücken aufgeführt.

Dieses System nähert sich, wie man sieht, sehr den auf schwachen Flötzen gebräuchlichen Systemen mit Bergeversatz.

Die Abbaufront bildet entweder eine gerade Linie und ist bisweilen über 300 m lang, oder sie ist stufenförmig abgesetzt. Die gemauerten Strecken folgen, wie schwebende Strebstrecken, der Linie der stärksten Neigung und stehen ungefähr 25 m aus einander.

Der Raum zwischen den Strecken füllt sich natürlicher Weise durch Brüche aus dem Hangenden, gegen welche die Abbaufronten durch provisorische, beim Nachmauern der Strecken wieder entfernte Zimmerung geschützt werden. Oft werden hierzu Holzpfeiler, welche aus Stempeln von 60 bis 70 cm Länge in der in Fig. 386 dargestellten Weise zusammengesetzt werden, angewendet. Dieselben werden auf einem Bett von Grieskohle aufgebaut, damit sie später trotz des grossen Gebirgsdruckes wieder weggenommen werden können.

Fig. 386.



Die Streckenmauerung muss mit Sorgfalt und von geübten Arbeitern hergestellt werden. Die Arbeit wird gewöhnlich pro laufenden Meter oder, wenn das Flötz sehr regelmässig ist, pro Tonne Kohlenförderung bezahlt.

Zur besseren Wetterversorgung theilt man ein grösseres Abbaufeld in mehrere Abtheilungen, von denen jede durch einen besonderen Wetterstrom ventilirt wird.

Wenn die gemauerten Strecken zu lang werden, kürzt man sie durch Querstrecken ab, wie dies in Fig. 387 (a. f. S.) dargestellt ist. Bei dieser, das in Rede stehende Abbausystem veranschaulichenden Figur ist der Gang der Wetterführung durch Pfeile angegeben.

Der Abbau mit breiten Stössen erleichtert die Hereingewinnung der Kohle; wenn das Schrämen beendigt ist, drückt der Gebirgsdruck die Kohle fast von selbst ab. Auch die Wetterführung ist günstig und der Abbau ist ein vollständiger.

798. Zuweilen, besonders auf geneigten, von Bergemitteln durchzogenen und mit schlechtem Hangenden versehenen Flötzen, wendet man in England eine Art gemischten Systems an. Man führt breite Abbaustrecken aufwärts und lässt dazwischen lange Pfeiler stehen, welche nachher von rückwärts mittelst grösserer oder kleinerer Stösse abgebaut werden.

Fig. 388 giebt ein Bild von dieser Abbaumethode. Nachdem vom Schachte her drei parallele Hauptstrecken für die Förderung und Wetterführung aufgefahren sind, treibt man in schwebender Richtung getrennte Abbaustösse (Abbaustrecken) von solcher Breite, dass die Gewinnung

productiv und billig genug wird. Im Durchschnitt sind sie 18 bis 20 m breit und lassen schwebende Pfeiler von 20 m oder mehr Breite zwischen sich. In der Regel werden für jeden dieser schwebenden Abbaustösse

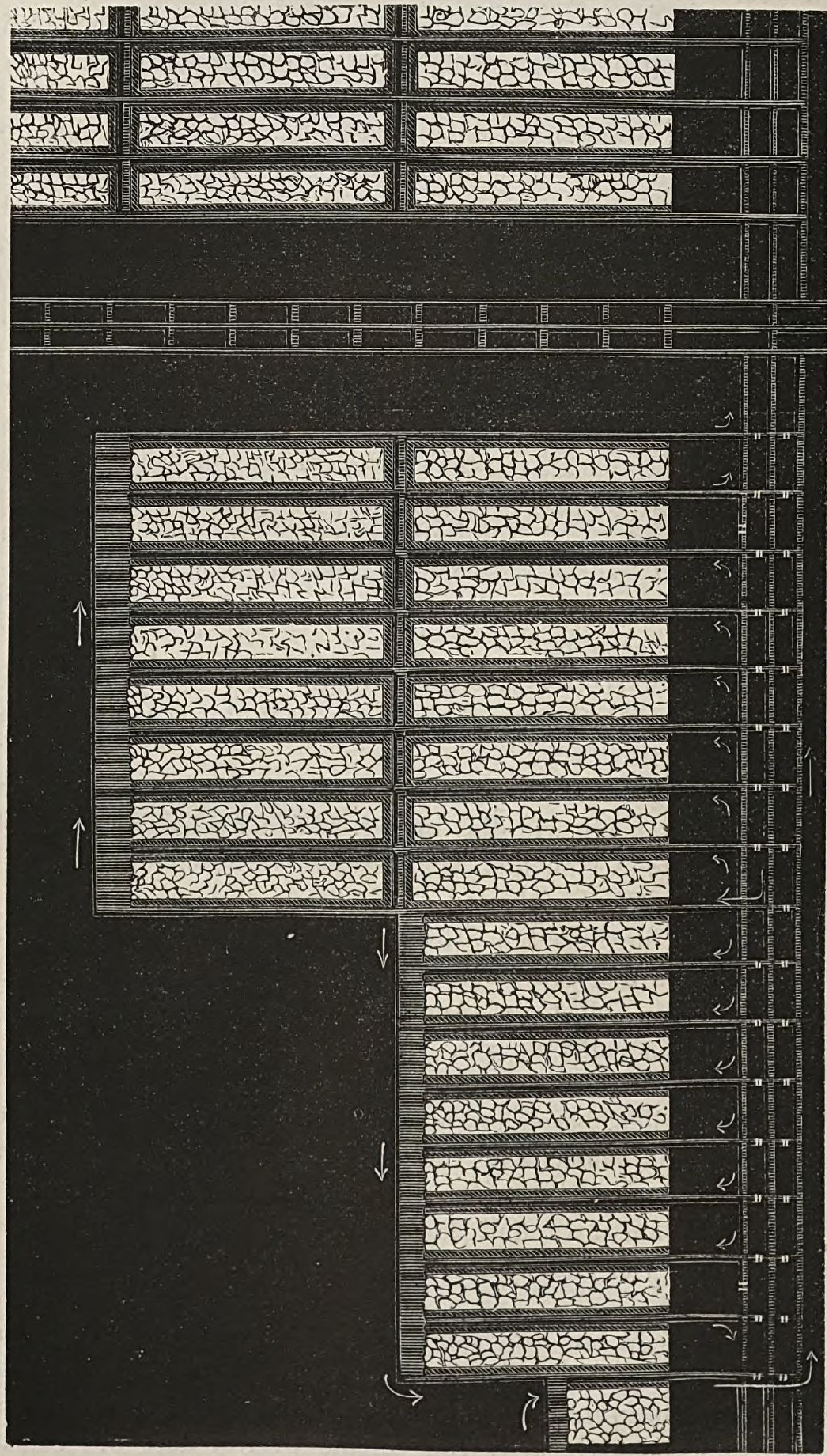
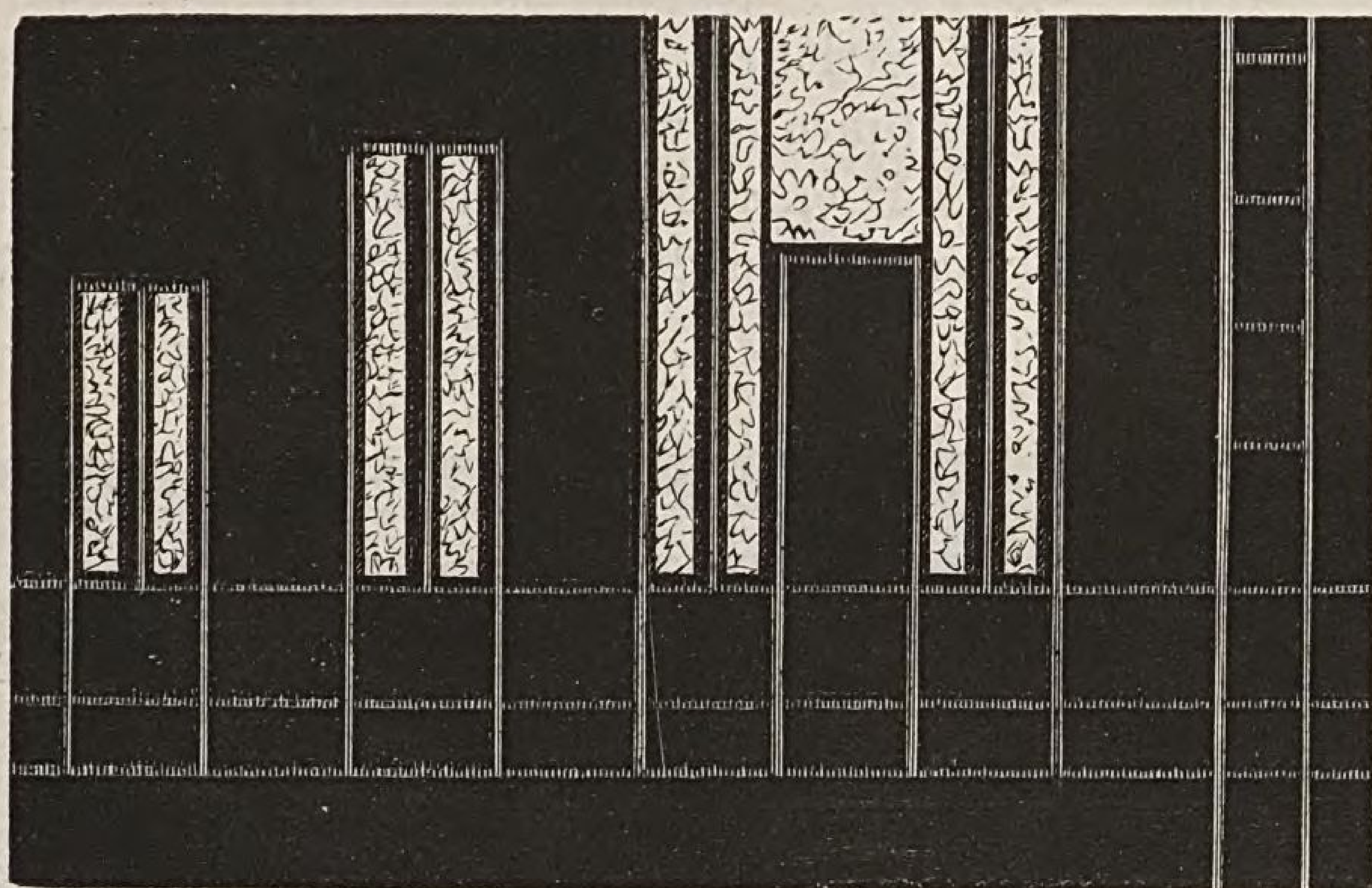


Fig. 387.

zur Förderung und Wetterführung drei mit Bergen gemauerte Strecken nachgeführt.

Wenn die Abbaustreckenstösse bis zur Grenze der ihnen zugewiesenen Feldeshöhe gelangt sind, baut man die Pfeiler rückwärts ab und

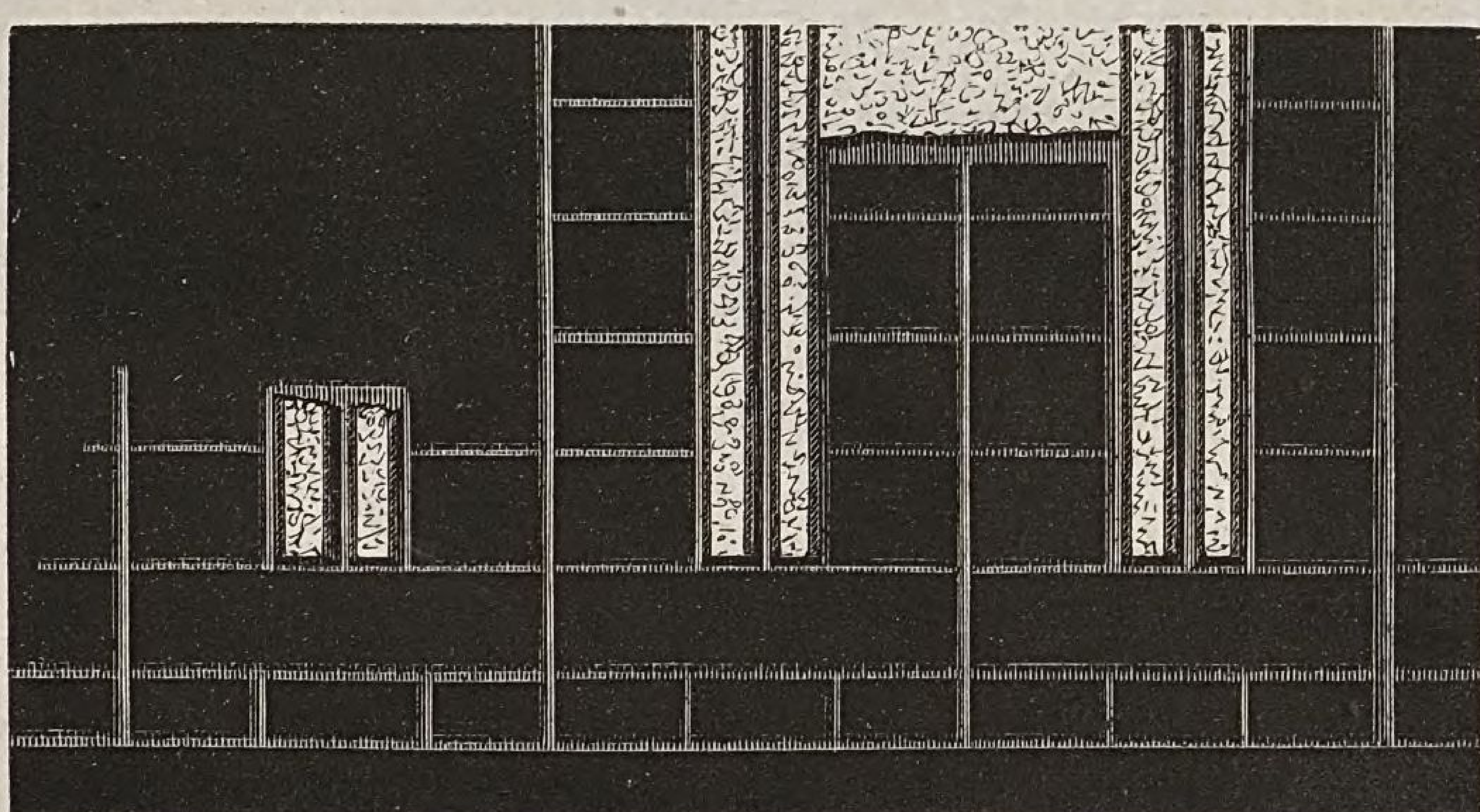
Fig. 388.



lässt das Hangende hinter sich zu Bruche gehen. Die früheren zur Förderung und Wetterführung nachgeführten gemauerten Strecken dienen zu den gleichen Zwecken auch beim Pfeilerabbau.

799. Damit die langen Pfeiler sich nicht verdrücken, giebt man ihnen oft eine bedeutende Breite. Man fährt dann eine einfache Strecke

Fig. 389.



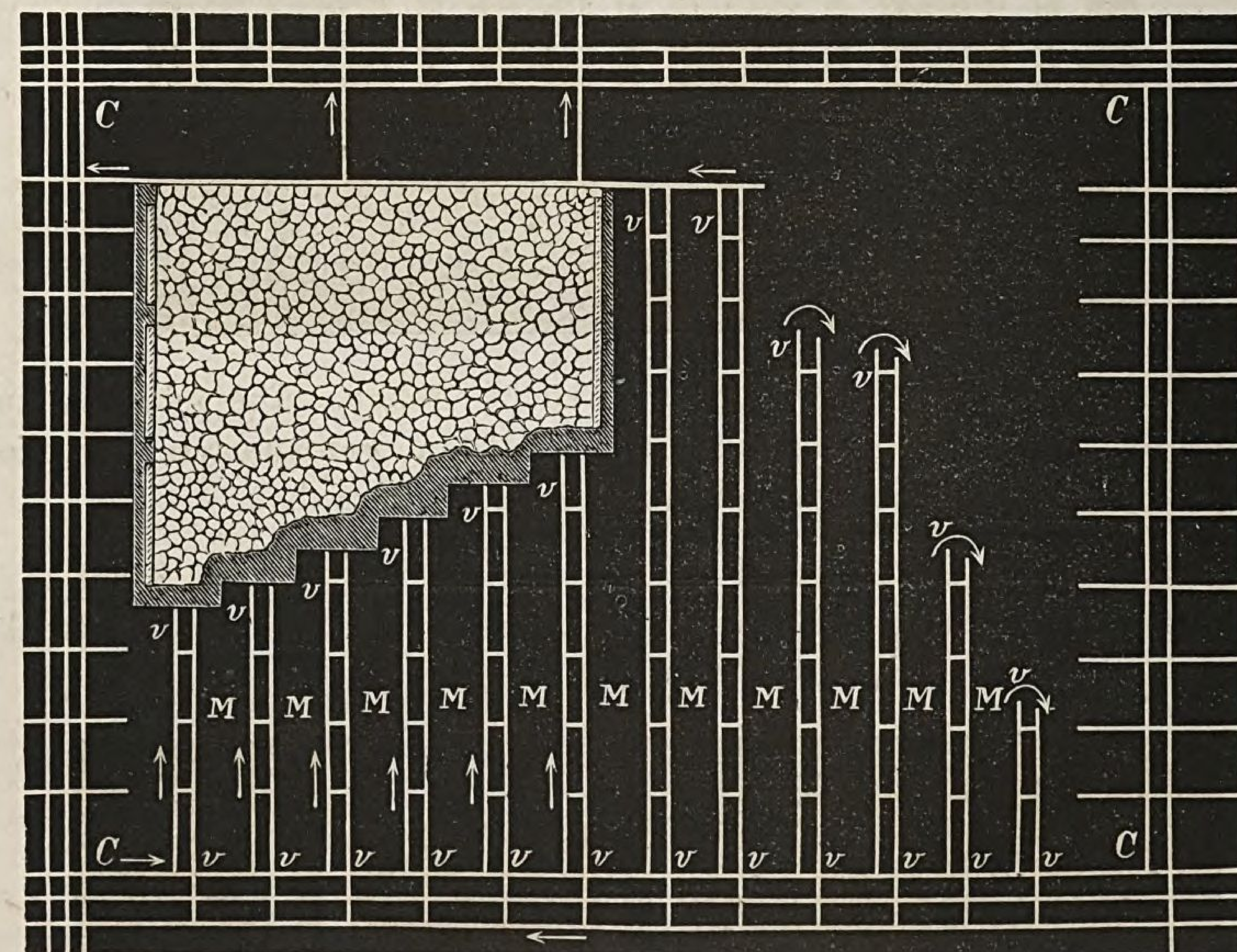
in der Mittellinie jedes Pfeilers auf und verbindet dieselbe durch Durchhiebe mit den beiderseitigen Abbaustrecken (Fig. 389).

800. Bei schlechtem Hangenden wendet man eine auf dem Principe der vorhergehenden beruhende, aber im Abbaustreckenbetriebe

etwas abweichende Methode an. Die Abbaustrecken werden nämlich dann nicht mit breitem Stosse, sondern als schmale Oerter schwebend oder streichend aufgefahren. Die dadurch gebildeten langen Pfeiler werden nachher rückwärts abgebaut.

Fig. 390 stellt diese Methode dar. Die Abbaustrecken *v v* werden in beliebiger Anzahl und zwar immer paarweise mit etwa 1,80 m Breite und in 3 bis 4 m Abstand getrieben. Die beiden Strecken eines solchen Paares werden der Wetterführung wegen von Zeit zu Zeit beim Auffahren durch Durchhiebe mit einander verbunden. Jedes Streckenpaar grenzt einen Kohlenpfeiler *M* von 20 bis 30 m Breite ab. Wenn die

Fig. 390.



Strecken bis zu einer bestimmten Grenze vorgetrieben sind, greift man in einer sehr ausgedehnten Front die Pfeiler an, baut dieselben rückwärts ab und lässt hinter sich zu Bruche gehen, braucht also nicht, wie bei dem Systeme mit breiten Abbaustrecken, gemauerte Strecken nachzuführen. Bei Fig. 390 liegt die Längsaxe der Pfeiler in der Einfallrichtung. Die Pfeile bezeichnen den Gang der Wetter. Man kann ein grösseres Abbaufeld in Abtheilungen *C C C C* theilen, welche durch später ebenfalls abgebaute Pfeiler getrennt werden. Jede Abtheilung kann dann von einem besonderen Wetterstrome ventilirt werden.

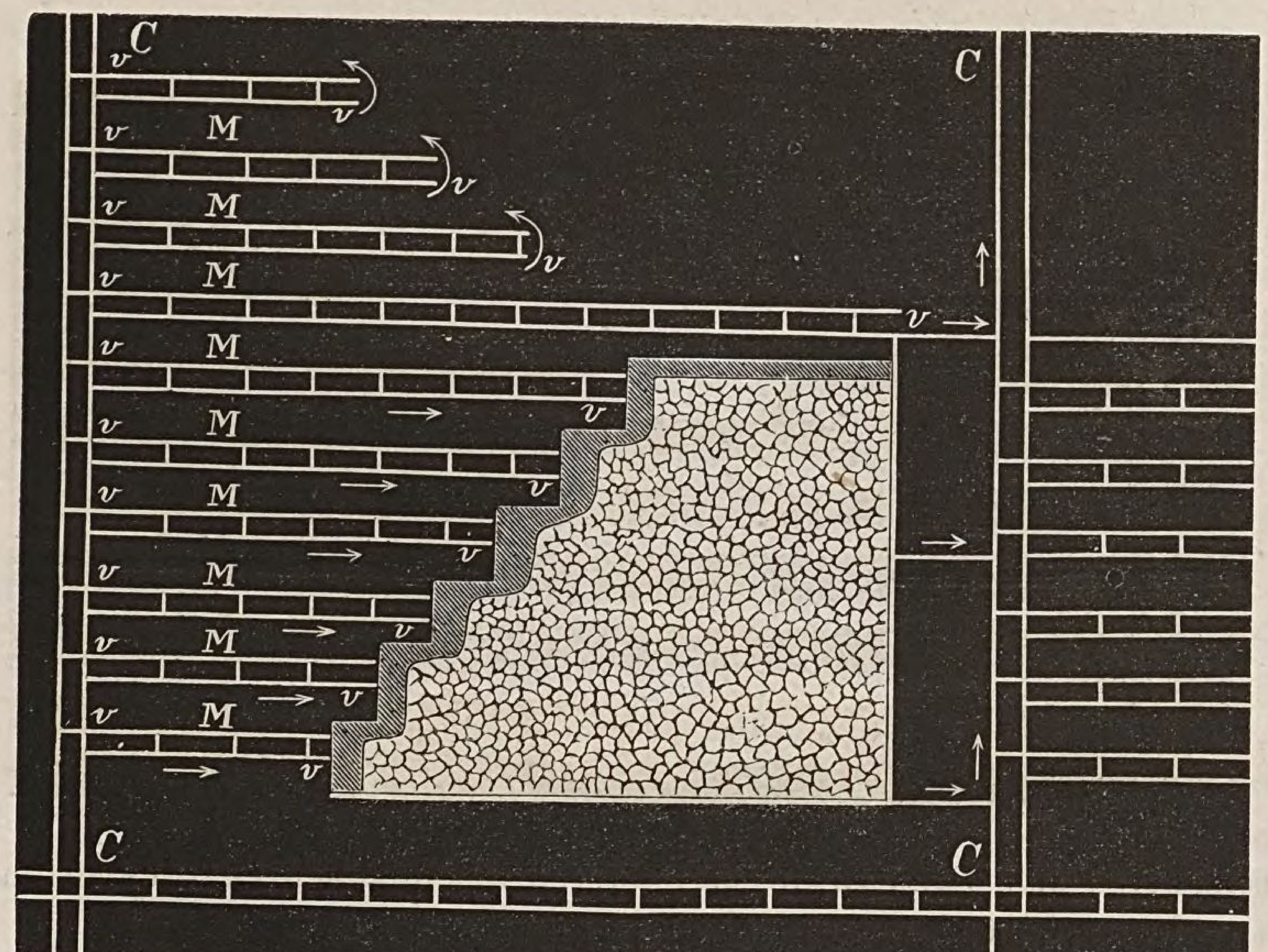
801. Fig. 391 zeigt einen Abbau des vorbeschriebenen Systems, bei welchem die Vorrichtungsstrecken und die Pfeiler in der Streich-

richtung liegen. Die gleichen Buchstaben haben hier die gleiche Bedeutung wie bei der vorhergehenden Figur.

802. B. Abbau der mittelstarken Flötze in Deutschland. — Die in Deutschland für die mittelstarken Flötze üblichen Abbausysteme sind mit den beiden letztbeschriebenen englischen nahe verwandt.

Das zwischen zwei Sohlen enthaltene Feld wird durch schwebende (bezw. einfallende) oder diagonale Strecken in Abtheilungen von 100 bis 200 m Länge getheilt. Jede dieser Abtheilungen wird nun durch

Fig. 391.



streichende Abbaustrecken in streichende Pfeiler zerlegt, welche letzteren unmittelbar nachher und jeder für sich rückwärts abgebaut werden (Fig. 392, a. f. S.).

803. Wenn das Flötz sehr flach liegt, kann die Förderung in den schwebenden Strecken in gewöhnlicher Weise durch Schlepper erfolgen. Bei stärkerer Neigung muss man jedoch diese Strecken in Bremsberge übergehen lassen. Da hier an vielen Stationen und von beiden Seiten angeschlagen wird, so eignen sich am besten eintrümige Bremsberge mit Fördergestell und Gegengewicht (544).

Bei mässig starkem Fallen kann man die ansteigenden Strecken auch diagonal legen, so dass das Ansteigen die Beibehaltung der

gewöhnlichen Schlepperförderung, ohne Bremsen, gestattet. Die Fallwinkel, für welche sich diese Methode eignet, liegen jedoch in sehr engen Grenzen, da bei zunehmendem Einfallen die Diagonalen sehr bald zu spitzwinkelig abgehen und zu lang werden. Die Pfeiler bilden dann sehr spitze Winkel zwischen der Diagonale und den Abbaustrecken, verdrücken sich und liefern beim Abbau nur noch Grieskohle.

Ueber das Auffahren der Abbaustrecken ist nur Folgendes zu bemerken: Wenn dieselben ganz ins Flötz zu stehen kommen, können sie einfache Oerter sein. Wenn aber Nebengestein nachgerissen werden muss und in Folge dessen Berge unterzubringen sind, so führt man sie als Abbaustösse von entsprechender Breite (flacher Höhe) zu Felde. In diesem Falle haut man sie aus der schwebenden Strecke (Diagonale,

Fig. 392.



Bremsberg) zum Schutze dieser letzteren in einfachen Ortsdimensionen an und erweitert sie erst in einer gewissen Entfernung davon.

Was das Abpfeilern betrifft, so legt man sich dabei je nach dem Einfallen des Flötzes und der Richtung der Schlechten entweder in streichender oder schwebender Richtung an. Jedenfalls erfolgt der Pfeilerverhieb von hinten nach vorn und im unmittelbaren Anschlusse an das Auffahren der zugehörigen Abbaustrecken, ohne Rücksicht auf den Stand der benachbarten Abtheilungen. Das Hangende geht hinter den Arbeitern nach und nach zu Bruche.

804. Abbau mächtiger Flötze. — Die auf mächtigen Flötzen vorkommenden Abbausysteme sind sehr zahlreich, die Einzelheiten sind fast auf jeder Grube nach den örtlichen Verhältnissen verschieden. Im Allgemeinen jedoch werden diese Flötze jetzt durchweg mit dichtem Bergeversatz abgebaut, der entweder von Tage hereingefördert oder in

der Grube in unterirdischen Steinbrüchen, sogenannten Bergemühlen (*chambres d'éboulement*), genommen wird. Es hat sich gezeigt, dass bei den mächtigen Flötzen ein vollkommener Bergeversatz das einzige Mittel ist, um den Verlust eines grossen Theiles des Kohlenreichthums zu vermeiden und verheerende Grubenbrände zu verhüten.

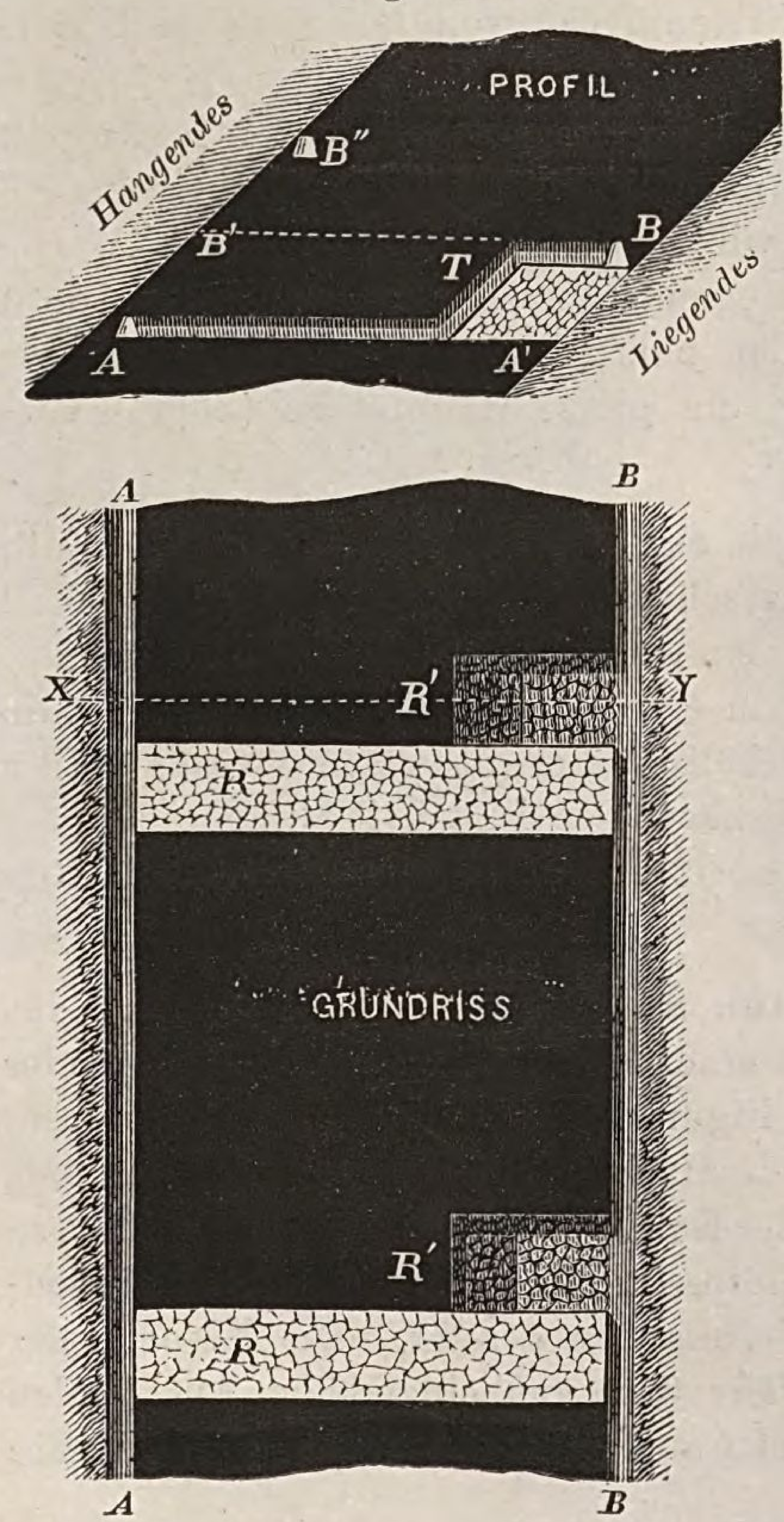
Die gebräuchlichsten Systeme lassen sich folgendermaassen classificiren:

Abbau mit Firstenrückbau;
Abbau in geneigten Scheiben;
Abbau in horizontalen Scheiben;
Abbau in verticalen Scheiben.

Jedes dieser Systeme wird durch ein Beispiel hinreichend veranschaulicht werden.

805. Abbau mit Firstenrückbau (*par rabatage*). — Ein Beispiel dieser Abbaumethode haben wir bereits früher kennen gelernt (Fig. 179); es handelte sich dort um den Abbau eines flachgeneigten Flötzes. Nachstehend soll nun die Anwendung dieser Abbaumethode für ein Flötz von 45° Einfallen und 15 m Mächtigkeit geschildert werden.

Fig. 393.



Das Flötz wird in Sohlen von 20 m Seigerhöhe in der Reihenfolge von oben nach unten abgebaut. Jede dieser Sohlen aber wird in einzelnen Unteretagen in der Reihenfolge von unten nach oben verhauen.

Zunächst wird am Hangenden des Flötzes (Fig. 393) eine zur Förderung und für den frischen Wetterstrom bestimmte streichende Strecke *A* aufgefahren und am Liegenden, 4 bis 6 m über dem Niveau dieser Strecke, eine zweite, zum Wetterabzug und zur Herbeiförderung des Bergeversatzes bestimmte Strecke *B* entlang geführt.

Aus der Strecke A wird alle 20 m eine horizontale Querstrecke R mit ungefähr 4 m Breite quer vom Hangenden zum Liegenden getrieben. Diese Querstrecken werden an ihrem Ende mit der Strecke B durch schräge Ueberbrechen von gleicher Breite verbunden. In diese Ueberbrechen werden Berge eingestürzt, von deren Böschung aus der Abbaustoss T rückwärts, auf das Hangende zu, in Angriff genommen werden kann. Unter fortwährendem Nachfüllen von Bergeversatz wird mit diesem Abbaustosse der ganze Kohlenpfeiler $AA'BB'$ in der Breite der Querstrecken und bis zum Firstenniveau der Strecke B abgebaut.

Da beim Firstenrückbau die Kohle auf den Bergeversatz fällt, so ist die grösste Sorgfalt erforderlich, um eine reine Förderung zu erzielen.

Wenn der Firstenrückbau am Hangenden angelangt ist, braucht nur noch der etwa 2 m hohe Zwischenraum zwischen dem Bergeversatze und der anstehenden Kohlenfirste mit Bergen ausgesetzt zu werden, um die letztere bis auf Weiteres zu unterstützen. Hierauf werden unmittelbar neben den ersten Querstrecken andere, R', aufgefahren und die Firsten rückwärts hereingewonnen, bis die ganze zwischen dem Sohlenniveau von A und dem Firstenniveau von B enthaltene Unteretage abgebaut ist.

Alsdann wird eine zweite Unteretage über der ersten in Angriff genommen, nachdem zuerst die neue Versatz- und Wetterstrecke B'' aufgefahren ist. Die Strecke B wird dann Kohlenförderstrecke. Die Querstrecken gehen jetzt vom Liegenden nach dem Hangenden und der Firstenrückbau vom Hangenden zum Liegenden. In dieser Weise folgen sich die Unteretagen, bis die ganze Hauptetage (Sohle) verhauen ist.

806. Die beschriebene Methode eignet sich besonders für den Fall, dass die Kohle hart und das Flötz sehr mächtig ist und ziemlich stark einfällt. Ihr Hauptvortheil ist ein ausgezeichneter Stückkohlenfall. Ueberhaupt ist der Firstenrückbau eine günstige Gewinnungsart, die man überall anwendet, wo die Verhältnisse es gestatten. Wo dies aber nicht der Fall ist, baut man die mächtigen Flötze in dünneren, nach dem Einfallen geneigten oder horizontalen oder auch senkrechten Scheiben ab.

807. Abbau in geneigten Scheiben. — Hierbei wird das Flötz so abgebaut, als ob es aus einer Reihe über einander liegender schmaler Flötze bestände. Die Figuren 394 und 395 stellen dieses Vorgehen vor Augen. Zwei im Hangenden des Flötzes stehende Schächte, einer zum Ausfördern der Kohlen, der andere zum Einfördern des Versatzes, werden mit dem Flötze durch je einen bis zum Liegenden getriebenen Querschlag in Verbindung gesetzt. Die Niveaus der beiden Querschläge liegen ungefähr 5 m aus einander. Aus beiden wird am Liegenden her eine Strecke aufgefahren, von denen die untere

zur Förderung, die obere zur Herbeischaffung des Versatzes bestimmt ist. Die Vorrichtung der zwischen diesen beiden Strecken liegenden ersten Abbauscheibe wird durch schwebende Strecken, welche 25 m aus einander stehen und 1,80 bis 2,50 m hoch sind, vollendet. Die Höhe dieser schwebenden Strecken ist diejenige, welche man den einzelnen Abbauscheiben geben will. Nun erfolgt der eigentliche Abbau,

Fig. 394.

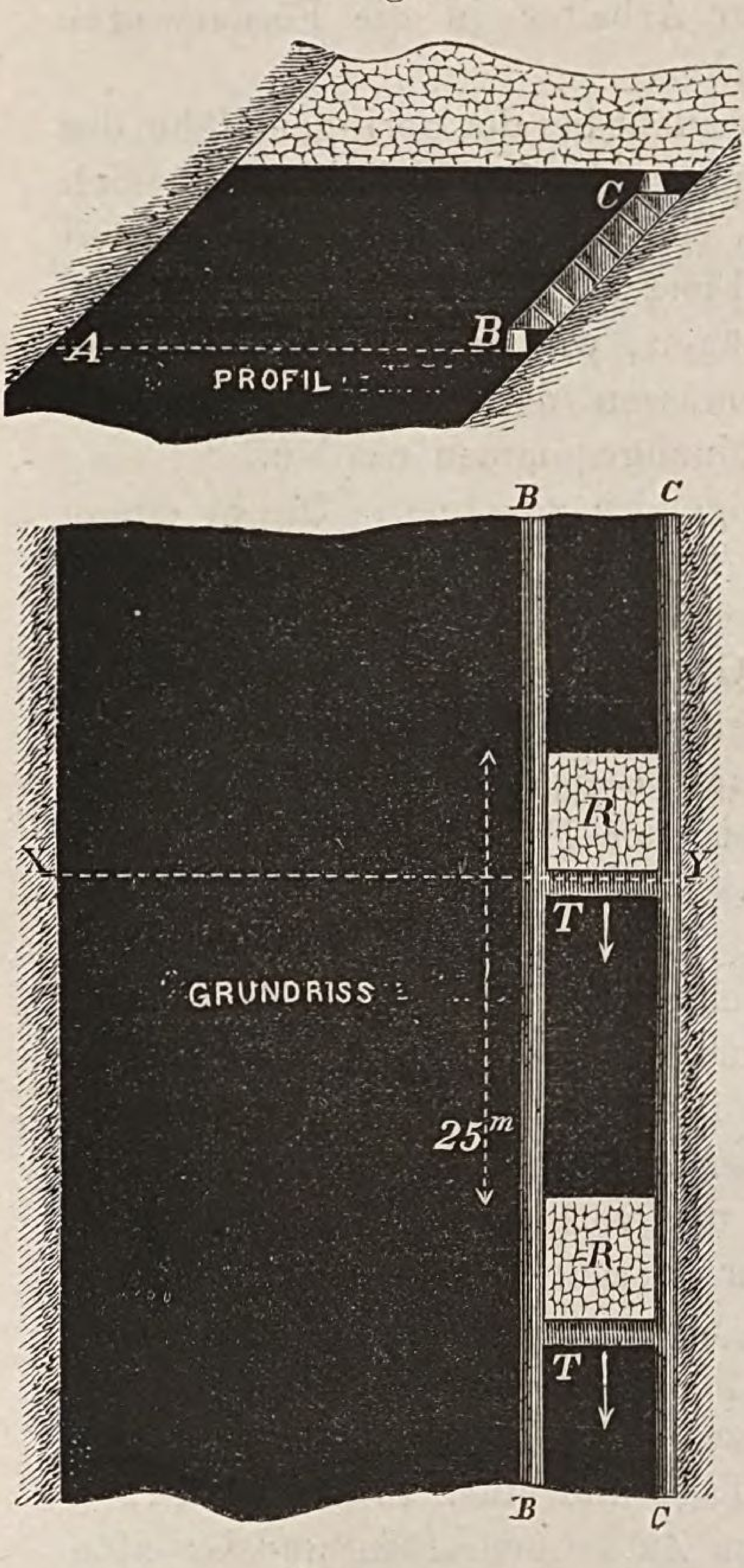
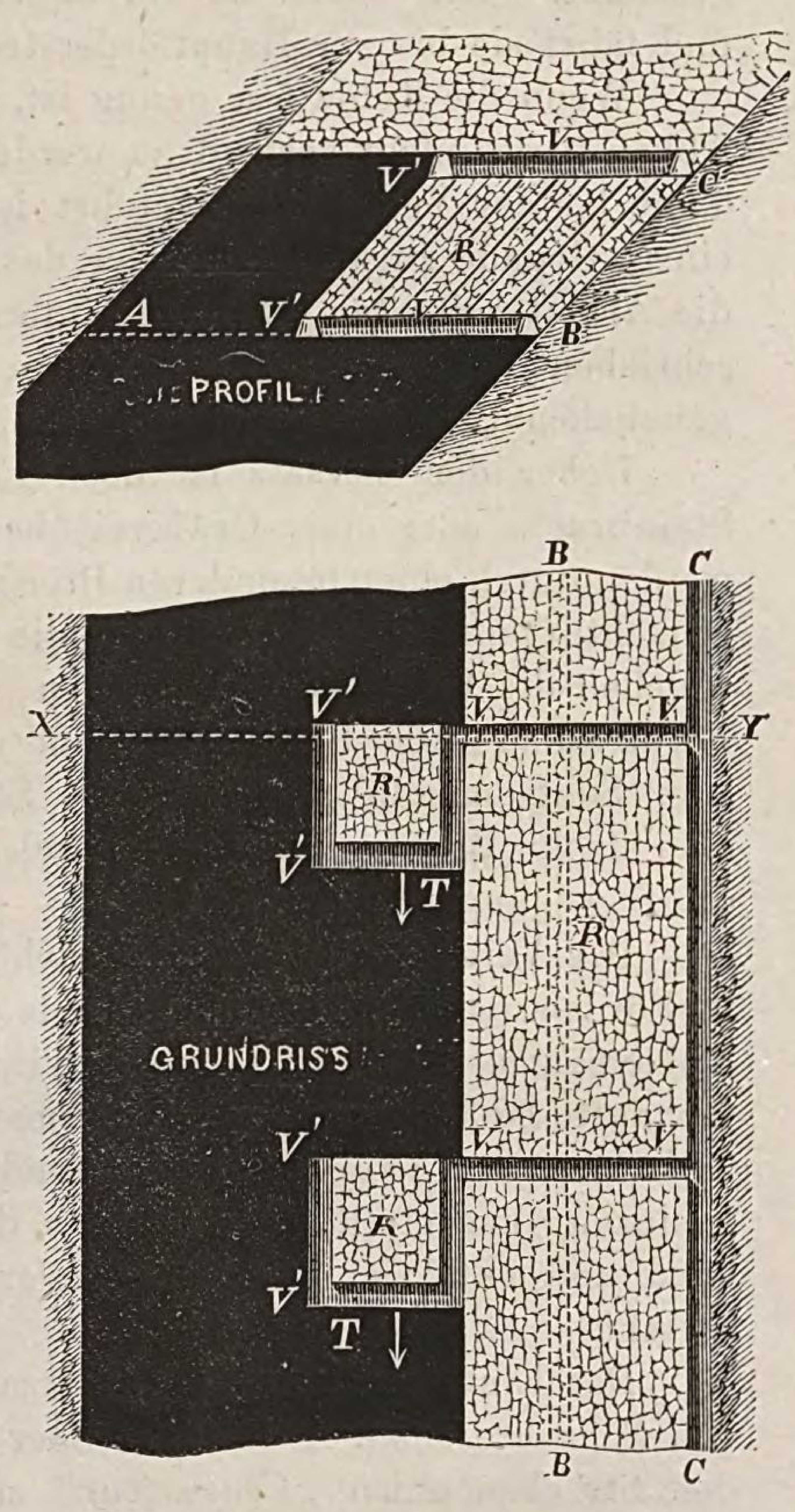


Fig. 395.



und zwar mittelst streichender Stösse *T T*, von den schwebenden Strecken aus in der in Fig. 394 durch Pfeile angegebenen Richtung.

In dem Maasse, wie die einzelnen Abbaustösse vorrücken, wird im Rücken ein dichter Bergeversatz angebracht. Dies letztere geschieht getrennt von der Abbauarbeit, auf der Nachtschicht.

Fig. 394 stellt den Abbau der ersten Scheibe einer Sohle dar. Bei Fig. 395 ist angenommen, dass bereits mehrere Scheiben abgebaut und wieder versetzt sind.

Die Abbauarbeit erfolgt auf der Tagschicht und ist, wie man sieht, dieselbe wie bei dem früher beschriebenen streichenden Strebbau auf schwachen Flötzen. Vor jedem Stosse liegen zwei Kohlenhauer (*piqueurs*), von denen jeder 3,50 m Angriffsfront hat.

Die hereingewonnene Kohle fällt bei stärkerer Flötzneigung von selbst in die Grundstrecke; andernfalls wird sie durch einen oder zwei junge Arbeiter (*glisseurs*) bis an den Fuss des Abbaustosses hinabgeschafft. Hier ladet sie ein anderer Arbeiter in die Förderwagen und fährt sie bis zur Hauptförderstrecke.

Wenn die Kohle fest genug ist, braucht bei der geringen Höhe des Abbaustosses nicht verbaut zu werden; die hangende Kohle hält sich dann, bis der Versatz nachgeführt ist. Wenn aber dieser aus irgend einem Grunde zurückbleibt oder das Flötz locker ist, so verbaut man die Arbeit mit Stempeln und Unterzügen, wie dies früher schon beschrieben wurde (439). Zuweilen müssen noch Verziehpfähle zur gänzlichen Bekleidung des Gebirges hinzugenommen werden.

Ueber den Versatz ist noch Folgendes zu sagen: Die in einem Steinbruche oder einer Gräberei über Tage gewonnenen Versatzmassen werden durch einen besonderen Bremsschacht, den sogenannten Versatzschacht (*puits à remblais*), in die Grube gefördert. Die Seile, an welchen die Fördergerippe hängen, laufen wie bei einer gewöhnlichen Förderanlage über Seilscheiben und wickeln sich auf seitlichen Bobinen oder Seiltrommeln auf und ab. Statt der Fördermaschine ist aber eine starke Bremse vorhanden, welche auf die Seilkorbaxe wirkt und die Bewegung regeln lässt.

Der Versatz wird auf der Nachtschicht eingefördert. Er gelangt in Förderwagen auf die obere Sohle und wird hier in die verschiedenen Abbauräume vertheilt. Zuerst wird in 1,50 oder 2 m Abstand vom Abbaustosse eine trockene Bergemauer aufgeführt. Sodann wird der Zwischenraum zwischen dieser und der vorhergehenden Mauer mit Kleinzeug ausgefüllt, welches von der oberen Strecke her eingekippt wird und entweder von selbst oder unter einiger Nachhülfe herabrutscht.

Das Einbringen des Bergeversatzes erfordert folgendes Personal: Am Schachte einen Anschläger über Tage und einen in der Grube; in den Strecken einen „*Conducteur*“ zum Zusammensetzen und Geleiten der Züge; in jeder Arbeit einen Ablader, einen oder zwei Schaufler und einen Maurer.

Der Abbau in Scheiben parallel der Schichtung bietet mehrere Vortheile. Bei den anderen Systemen ist man gezwungen, das ganze Flötz hereinzugewinnen. Hier dagegen kann man, wo sich werthlose Schichten (Brandschiefer oder dergleichen) einlegen, dieselben einfach überschlagen. Dies ist besonders deshalb sehr wichtig, weil die von solchen Partien gewonnenen Berge oft nicht einmal als Versatz-

material in der Grube zu gebrauchen sind, da sie die grösste Gefahr in Bezug auf Grubenbrand in sich bergen. Zu den Gewinnungskosten kommen daher dann noch die Kosten für das Zutagefördern dieser Massen hinzu, was Alles bei der hier beschriebenen Methode vermieden wird.

In den Figuren 394 und 395 sind:

T T die Abbaustösse von etwa 7 m flacher Höhe;
B ist die untere Längsstrecke für die Kohlenförderung;
C die obere Längsstrecke für den Versatz;
R R sind die schon versetzten Partien;
V V die Querstrecken zur Verbindung der im Abbau befindlichen Scheiben mit der oberen und unteren Längsstrecke;
V' V' die Längsstrecken der im Abbau befindlichen Scheibe.

808. Abbau in horizontalen Scheiben. — Statt das Flötz parallel der Schichtung in Scheiben zu zerlegen, baut man dasselbe unter Umständen vortheilhafter in horizontalen, niedrigen Scheiben ab, welche man innerhalb der einzelnen Hauptsohlen in der Reihenfolge von unten nach oben nimmt. Wenn eine Sohle auf diese Weise vollständig abgebaut und wieder versetzt ist, wird die nächst tiefere in Angriff genommen, und so fort.

Wegen des Zusammensackens des Bergeversatzes kann man nur eine beschränkte Anzahl von Scheiben über einander, die Sohlenhöhe also nur gering nehmen. Die letztere wechselt von 12 bis 15 m.

Der Abbau einer Sohle geht nun in folgender Weise vor sich:

Zur Vorrichtung einer Scheibe wird zunächst eine streichende Strecke *G G* in der Mitte der Flötzmächtigkeit aufgefahren (Fig. 396, a. f. S.). Von dieser Strecke aus werden in gewissen Abständen Querstösse *R R* nach dem Hangenden wie nach dem Liegenden getrieben und unter Aussparung einer Förderstrecke mit Bergen, welche von Tage oder aus Bergemühlen (459) bezogen werden, wieder versetzt. Wenn die ersten Querstösse (*recoupes*) das Hangende, beziehungsweise das Liegende erreicht haben, werden neben ihnen andere angesetzt und fortgetrieben.

Der Abstand zwischen den einzelnen Querstössen und ihre Breite hängen von der Beschaffenheit der Kohle ab. Bei sehr harter Kohle erhalten die Querstösse 8 m Breite, werden mit 24 m Axenabstand angesetzt und mit je zwei Hauern belegt. Bei weicherer Kohle werden sie nur 4 m breit genommen und stehen 20 m von Axe zu Axe aus einander. Jeder Stoss wird dann nur mit einem Hauer belegt. Die mittlere Höhe der Querstösse beträgt 2,50 m.

Auf den Gruben zu Montrambert (Saint-Etienne) hat man vergleichende Versuche zwischen dem System mit geneigten und demjenigen mit horizontalen Scheiben angestellt und dabei Folgendes constatirt:

So lange das Flötzfallen nicht über 50⁰ und der **horizontale** Abstand des Hangenden vom Liegenden nicht über 15 m beträgt, ist die Methode mit geneigten Scheiben vortheilhafter. Sobald aber, mag das Einfallen steil oder flach sein, der gedachte Horizontalabstand 15 m übersteigt, wird die Methode mit horizontalen Scheiben 1) sicherer für die Arbeiter; 2) sicherer in Bezug auf Selbstentzündung; 3) ergiebiger im Verhältniss zur Grundfläche; 4) günstiger in Bezug auf den Stückkohlenfall und die Reinheit der Förderung.

Fig. 396.

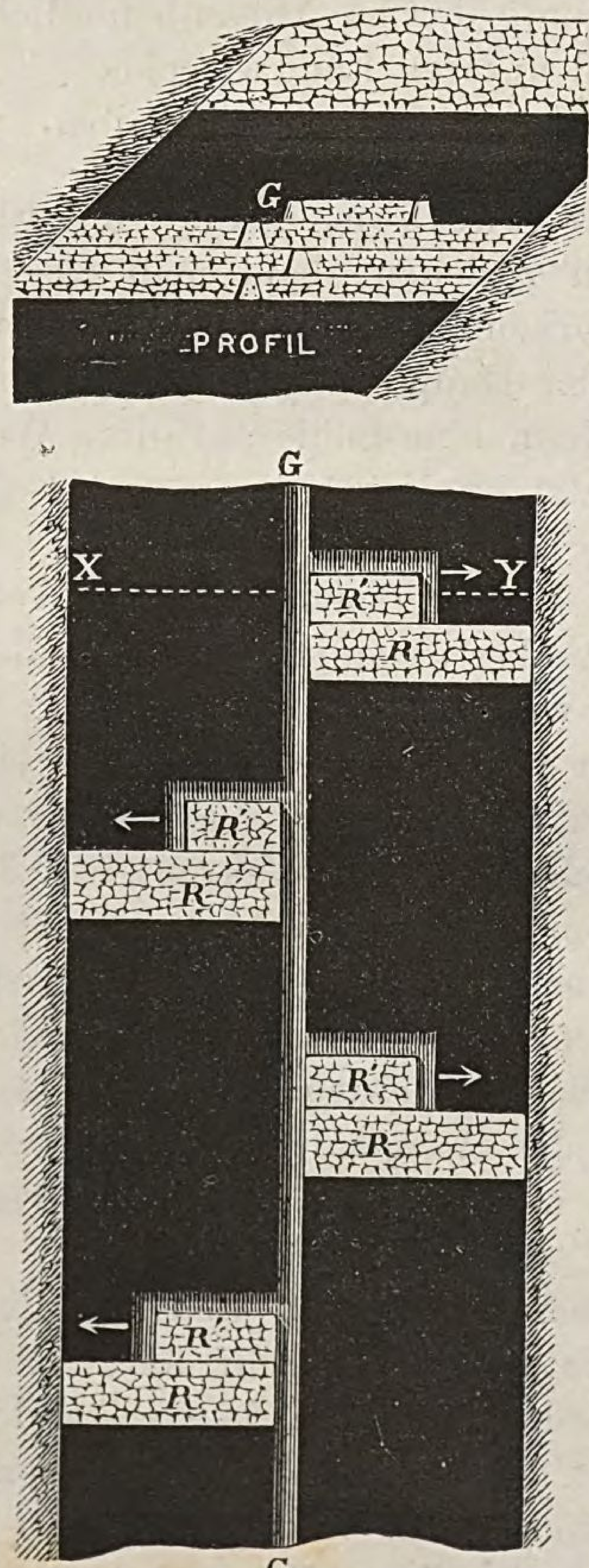
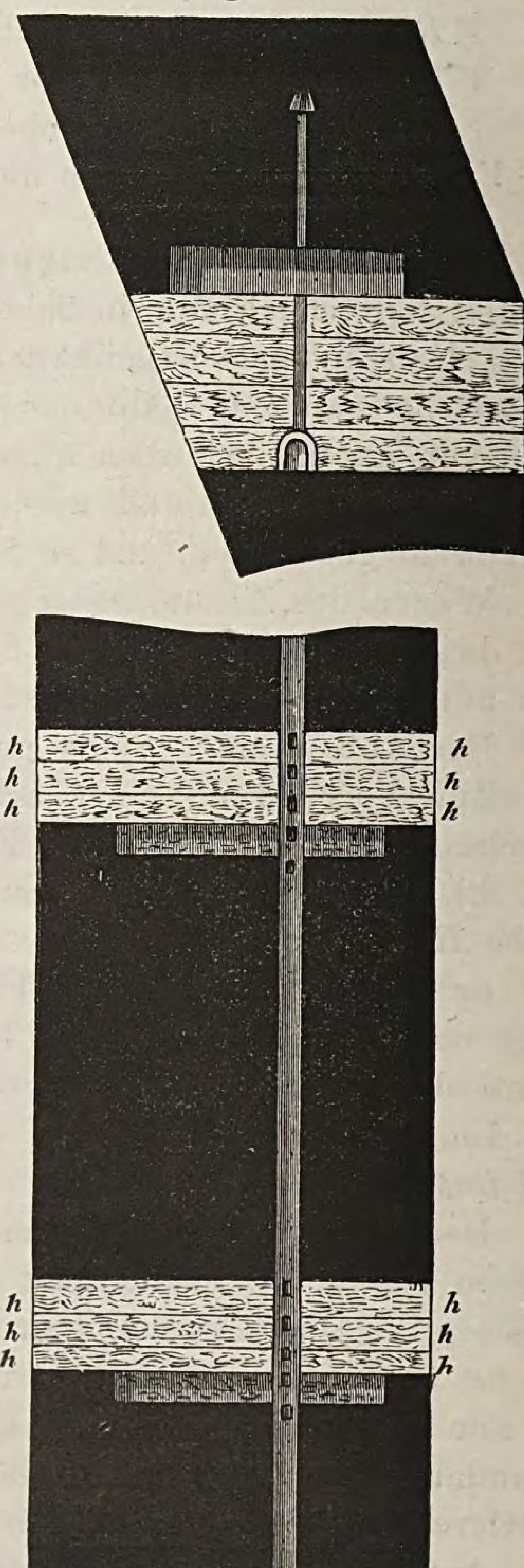


Fig. 397.



809. Abbau in verticalen Scheiben. — Bei dieser Methode (Fig. 397) fährt man zuerst zwei streichende Strecken in dem Flötze

auf, eine untere zur Kohlenförderung und eine obere zum Herbeischaffen des Versatzes. Diese beiden Strecken kommen, wie die Figur zeigt, in eine und dieselbe Verticalebene zu stehen und werden in gewissen Abständen durch Rolllöcher mit einander in Verbindung gesetzt. Von diesen Rolllöchern aus beginnt sodann der Abbau der (querschlägig-) verticalen, der Reihe nach neben einander in Angriff genommenen Scheiben *hhh*.

Eine solche Scheibe wird in folgender Weise abgebaut: Im Niveau der unteren Strecke treibt man von jedem Rollloche aus eine Querstrecke gegen das Liegende und gegen das Hangende. Diese Querstrecken erhalten 2 bis 2,50 m Höhe und Breite. Wenn dieselben am Nebengestein angekommen sind, werden sie vollständig versetzt und über sie hinweg neue Strecken aufgefahren, bis die ganze querschlägige Verticalscheibe abgebaut ist. Auf der Seite, wo die nächste Scheibe in Angriff genommen werden soll, nimmt man ein zweites Rollloch zur Förderung mit in die Höhe, welches später für die betreffende Nachbarscheibe zum Bezuge des Bergeversatzes dient. Auf diese Weise ist für jede Scheibe stets ein besonderes Rollloch nach oben für den Bergeversatz und eines nach unten für die Kohlenförderung vorhanden.

Fig. 398.

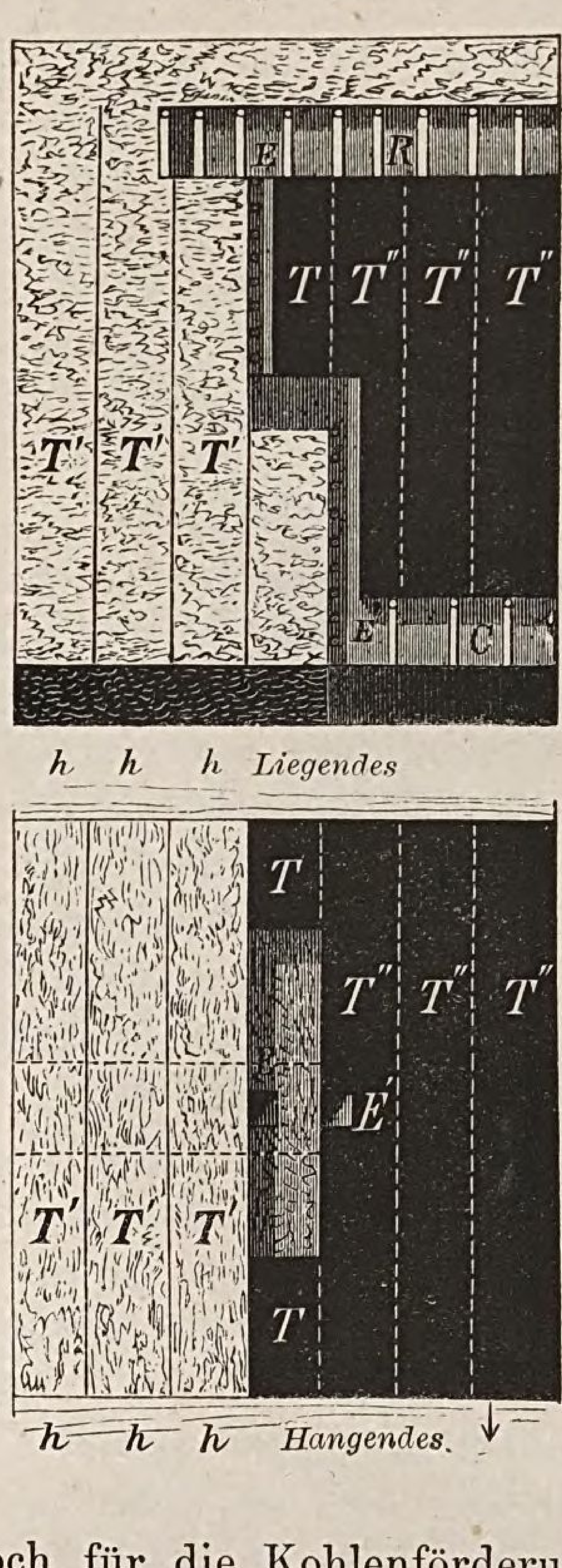


Fig. 398 zeigt in ihrem oberen Theile einen dem Flötzstreichen folgenden Schnitt und in ihrem unteren Theile den Grundriss eines solchen Abbaues. T ist die im Abbau befindliche Scheibe, deren unterer Theil versetzt ist; T' sind die früher abgebauten, gänzlich versetzten Scheiben; T'' sind die noch abzubauenden Scheiben; E ist das obere, für den Bergeversatz dienende Rollloch; E' ist das neue, mit dem Abbau in die Höhe geführte Rollloch für die Kohlenförderung, welches für die folgende Scheibe als Versatzrollloch dienen wird; R ist die obere Längsstrecke, welche zum Wetterabzug und zur Herbeischaffung des Bergeversatzes dient; C ist die untere Längsstrecke, durch welche die Wetter zuströmen und die Kohlen weggefördert werden.

Bei Anwendung dieses Systems auf den Gruben von Firmy bei Aveyron in Südfrankreich haben sich folgende Vortheile ergeben:

Leichte und ökonomische Kohlengewinnung, weil der Stoss seitlich und nach unten immer vollkommen bloss liegt; ökonomischer und dichter Bergeversatz; billige Zimmerung und Unterhaltung; leichte und wirksame Wetterführung; sehr geringe Gefahr der Selbstentzündung, jedenfalls nur sehr geringe Ausdehnung der Grubenbrände. Auch gestattet das System grössere Sohlenhöhen als die beiden vorher beschriebenen Systeme.

Dreizehntes Capitel.

Schachtförderung.

810. Wir haben gesehen, wie die beladenen Förderwagen von den Gewinnungspunkten zum Förderschachte gelangen. In älterer Zeit wurden die Kohlen hier, am „Füllorte“, in grosse Tonnen umgefüllt, welche in dem Schachte auf- und abgingen. Dieses ganz unvollkommene Verfahren ist gegenwärtig verlassen; die Grubenförderwagen werden selbst zu Tage gehoben, nachdem sie in Fördergestelle (Förderkörbe, Fördergerippe), welche aus einer oder mehreren Etagen bestehen, eingefahren sind. Der Förderschacht ist in mehrere Trumme getheilt; während in dem einen Trumm ein Gerippe aufwärts geht, geht ein zweites in dem anderen abwärts.

Die Förderseile, an welchen die Förderkörbe hängen, laufen über Seilscheiben, welche in einer gewissen Höhe über der Hängebank auf einem Seilscheibengerüste angebracht sind. Von diesen Seilscheiben aus laufen sie auf Spulen (Bobinen) oder Trommeln auf, welche von der Fördermaschine in Umdrehung versetzt werden. Damit die Fördergestelle im Schachte nicht umherschlottern, müssen sie durch Leitungen geführt werden. Endlich bedarf es besonderer Vorrichtungen zum Aufsetzen der Gestelle am Füllorte und an der Hängebank, um die Wagen aufstossen und abziehen zu können.

Diese verschiedenen Theile werden nun einzeln durchzugehen sein. Da ihre Anordnung sehr verschiedenartig und im Allgemeinen wohl bekannt ist, so sollen hauptsächlich nur die Umstände, welche auf die Art und Weise des Functionirens jener Vorrichtungen von Einfluss sind, sowie ihre Instandhaltung und die bei ihrer Benutzung zu ergreifenden Vorsichtsmaassregeln besprochen werden.

§. 1.

Förderkörbe.

S11. Die Förderkörbe oder Fördergerippe sind, wie gesagt, Gestelle zur Aufnahme der Förderwagen und zu deren Emporheben an die Oberfläche.

Die Anwendung von an Leitungen geführten Förderkörben hat gegen die alte Tonnenförderung folgende Vortheile:

1. Die kostspielige Umladung der Kohlen, welche ausserdem die Qualität des Productes verschlechtert, wird vermieden.

2. Die Fördergeschwindigkeit im Schachte kann viel grösser sein und das Abfertigen am Füllorte und an der Hängebank geht viel rascher, so dass also eine grössere Förderung in der gleichen Zeit erzielt werden kann.

3. Das rollende Material kann, da es immer wieder zu Tage kommt, besser revidirt, in Stand gehalten und geschmiert werden, als wenn es beständig im Inneren der Grube verbliebe.

4. Die Fahrung der Arbeiter am Seil ist schneller und sicherer bei Förderkörben als bei Tonnen.

5. Die Stösse gegen den Schachtausbau und die dadurch bedingte Beschädigung desselben werden vermieden.

6. Die Revision des Schachtes und die Unterhaltung des Ausbaues ist viel leichter.

7. Die Förderung jedes einzelnen Gewinnungspunktes lässt sich nach Quantität und Qualität controliren, indem der Inhalt jedes Wagens über Tage nachgesehen werden kann.

8. Schliesslich ist zu bemerken, dass die Anwendung geführter Gerippe die hauptsächlichste Ursache zur Verbesserung der Förderschächte gewesen ist; die Fördergerippe erheischen, wenn ihre Leistungsfähigkeit ausgenutzt werden soll, vollständig senkrechte Schächte und gerade seit Einführung der Gerippe sind die Schächte in dieser und anderer Beziehung allmählich auf ihren jetzigen Vollkommenheitszustand gebracht worden.

Der einzige Nachtheil der Förderkörbe gegenüber den Tonnen besteht in der grösseren todten Förderlast. Bei sehr grossen Teufen kann dieser Umstand wegen der davon abhängenden Seilstärke wichtig werden. Es ist sogar die Frage aufgeworfen worden, ob nicht bei tiefen Schächten die Gerippe zweckmässig durch geführte Tonnen ersetzt würden, welche mit gleicher Geschwindigkeit wie die ersteren bewegt würden und so eingerichtet wären, dass sie ohne Zeitverlust gefüllt und entleert werden könnten. Der Zeitpunkt für diese Maassnahme dürfte jedoch noch keineswegs gekommen sein, das jetzige

System der Förderkörbe wird sich vielmehr wohl noch für bedeutende Teufenzunahme als ausreichend erweisen.

812. Die Fördergerippe besitzen eine oder mehrere Etagen, von denen jede einen, zwei, drei oder vier Wagen aufnimmt. Fig. 399 zeigt ein Gerippe für im Ganzen acht Wagen. Bei diesem Beispiele stehen die Wagen in jeder Etage zu zweien neben einander. Die Wagen können auch, wie in Fig. 400, zu zweien hinter einander stehen. Es hängt dies von der Form und den Dimensionen des Schachtes ab. Uebrigens kann die Anordnung noch verschiedentlich modificirt werden.

Es empfiehlt sich, die Anzahl der Etagen so gering zu halten als möglich, da dadurch der Zeitaufwand für das Abfertigen (das „An-

Fig. 399.

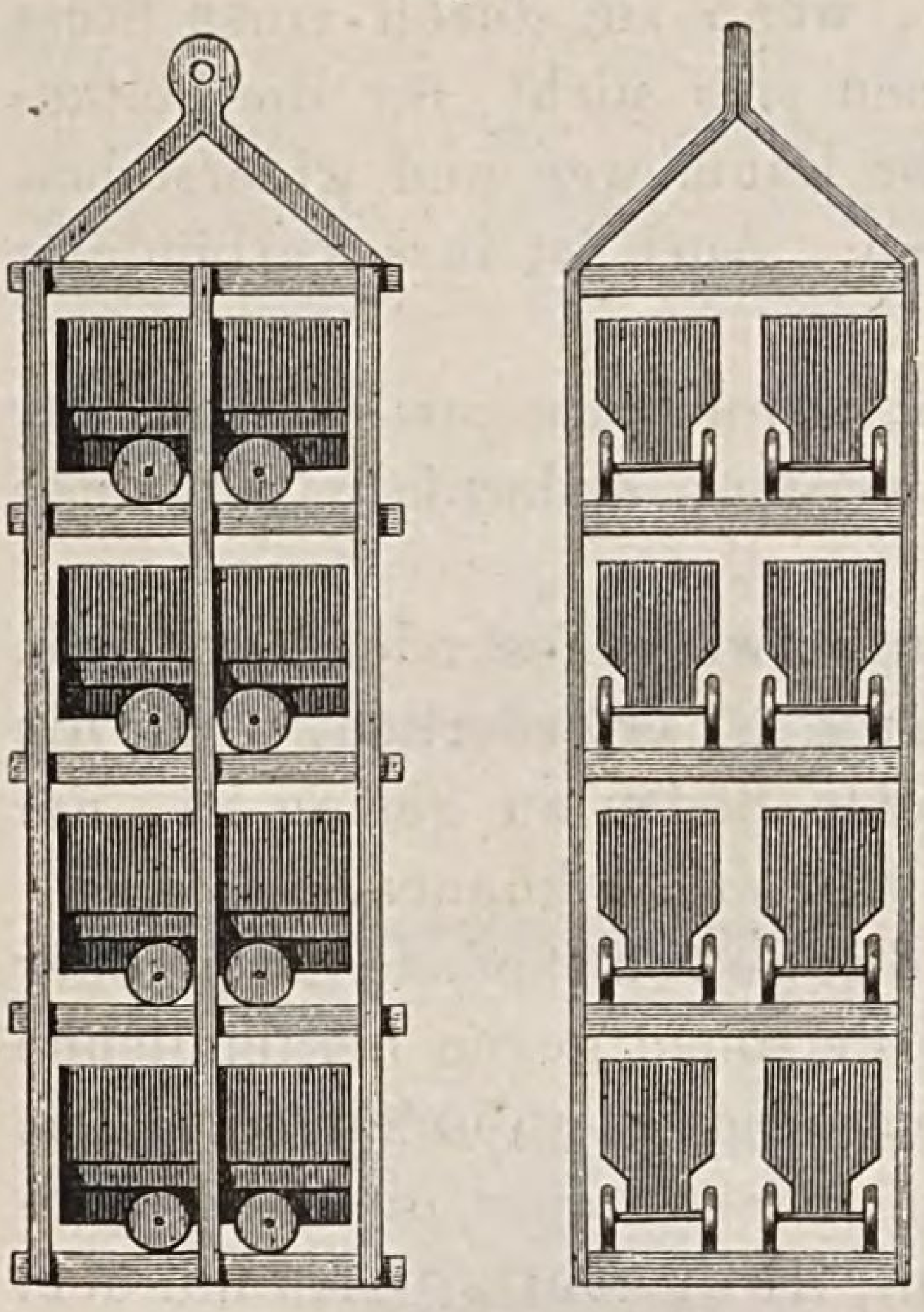
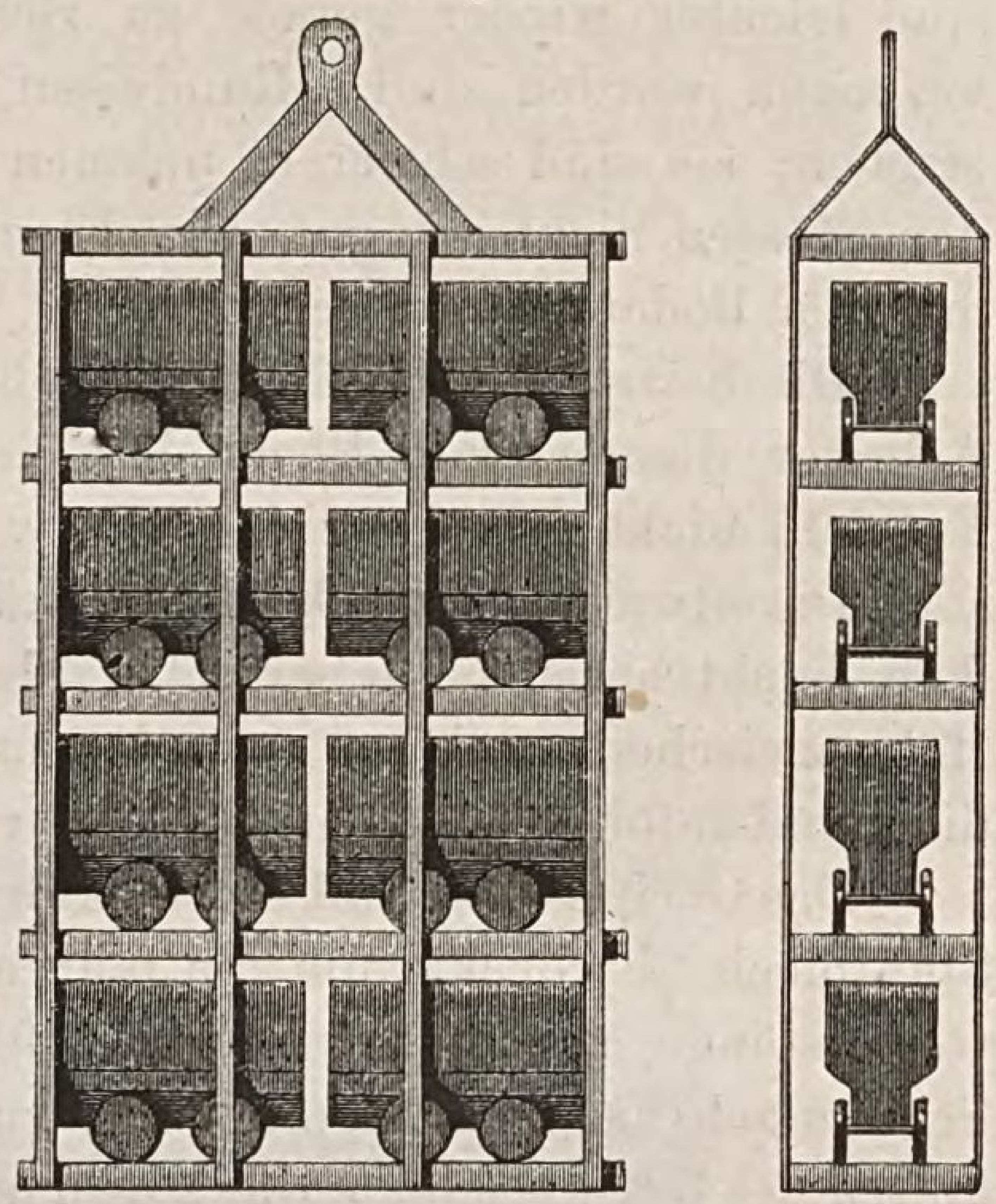


Fig. 400.



und Abschlagen") vermindert oder die betreffenden Einrichtungen am Füllorte und an der Hängebank vereinfacht werden.

813. Die Gerippe für mehrere, einzeln über einander stehende Wagen hängen, da sie hoch und schmal sind, stabiler am Seil und führen sich besser an den Leitungen. Wenn mehrere Wagen auf jeder Etage stehen, so empfiehlt es sich, für gleichmässige Belastung zu sorgen. Man wird z. B. vermeiden, einen mit Bergen geladenen neben einen leeren Wagen zu stellen u. s. w.

814. Das Constructionsmaterial der Fördergerippe ist Eisen. Holz ist ganz verwerflich, da es nicht widerstandsfähig genug ist und, besonders bei nassen Schächten, eine zu grosse todte Förderlast ergeben würde. Neuerdings verfertigt man die Gerippe vielfach aus Stahl, wodurch sie stark und leicht zugleich ausfallen. Dieser Punkt ist für tiefe Schächte nicht unwichtig.

815. Construction im Einzelnen. — Die Fördergerippe bestehen aus einem oder mehreren über einander folgenden Böden und seitlichen Verbindungsstreben (Seitenwangen). Die Böden werden aus Rahmen von Flacheisen gebildet, welche durch Winkel- und T-Eisen verstärkt sind; die Ecken der Rahmen sind abgerundet.

Die Wagen stehen auf Winkel- oder Vignoleschienen, welche auf die Rahmen aufgenietet sind. Der Zwischenraum muss mit Bohlen oder dicken Eisenblechstreifen ausgefüllt werden. Dies ist besonders dann unerlässlich, wenn die Gerippe zugleich zur Fahrung der Arbeiter benutzt werden.

Die Seitenwangen bestehen aus Flach- oder Winkeleisen. Erstere nehmen weniger Platz weg, geben dem Gerippe mehr Elasticität und sind leichter wieder gerade zu richten, wenn sie durch einen Stoss verbogen worden sind. Rundeisen eignen sich nicht für die Seitenstreben; sie sind schwerer, nehmen mehr Raum weg und widerstehen den Stössen nicht so gut wie Flacheisen. Auch ist ihre Verbindung mit den Bodenrahmen schwieriger.

Die Seiten der Förderkörbe müssen, wenn diese zur Fahrung der Arbeiter dienen, mit Blech bekleidet werden; andernfalls ist diese Vorsicht nicht nothwendig.

Die etwaigen Zwischenböden können entweder fest oder beweglich, d. h. leicht herausnehmbar sein. Letzteres ist erforderlich, wenn die Höhe zwischen zwei auf einander folgenden Böden zu gering ist, um die hinabzufördernden Grubenhölzer einbringen zu können.

Das Gerippe wird mit einem Schutzdache von starkem Eisen- oder Stahlblech überdeckt, um die fahrenden Personen gegen herabfallende Gegenstände sowie vor herabtraufendem Wasser zu schützen. Das Schutzdach hat auch den Zweck, zu verhindern, dass die Aufhängeketten des Gerippes im Falle sogenannten „Hängeseils“ sich mit dem Gerippe verwickeln. Das Dach ist also auch dann nothwendig, wenn das Gerippe nur zur Kohlenförderung dient.

Der Förderkorb hängt in der Regel an starken „Zwieselketten“, welche von einem grossen, das Förderseil endigenden Ringe ausgehen. Diese Ketten müssen von Eisen allererster Qualität und, um gleich stark in Anspruch genommen zu werden, genau gleich lang sein.

Oefters werden die Zwieselketten durch zwei eiserne Bügel ersetzt, welche sich oben vereinigen und mit dem Förderseil durch einen starken Bolzen verbunden sind. Diese Anordnung scheint empfehlenswerther als Zwieselketten, welche letzteren schwer gleichmässig zu spannen sind und schon oft zu Unglücksfällen geführt haben *).

*) Zwieselketten schonen jedoch das Förderseil mehr und lassen sich durch häufiges Ausglühen in ganz zuverlässigem Zustande erhalten. L.

816. Dimensionen und Gewicht der Förderkörbe. — Die Dimensionen der Förderkörbe hängen natürlicherweise von denjenigen des Schachtes und der Förderwagen ab.

Das Gewicht ist ebenfalls sehr verschieden; im Minimum wiegt ein Gerippe für einen Wagen 400 kg, ein Gerippe für zwei Wagen 700 kg, ein Gerippe für vier Wagen 900 kg und ein Gerippe für sechs Wagen 1200 kg.

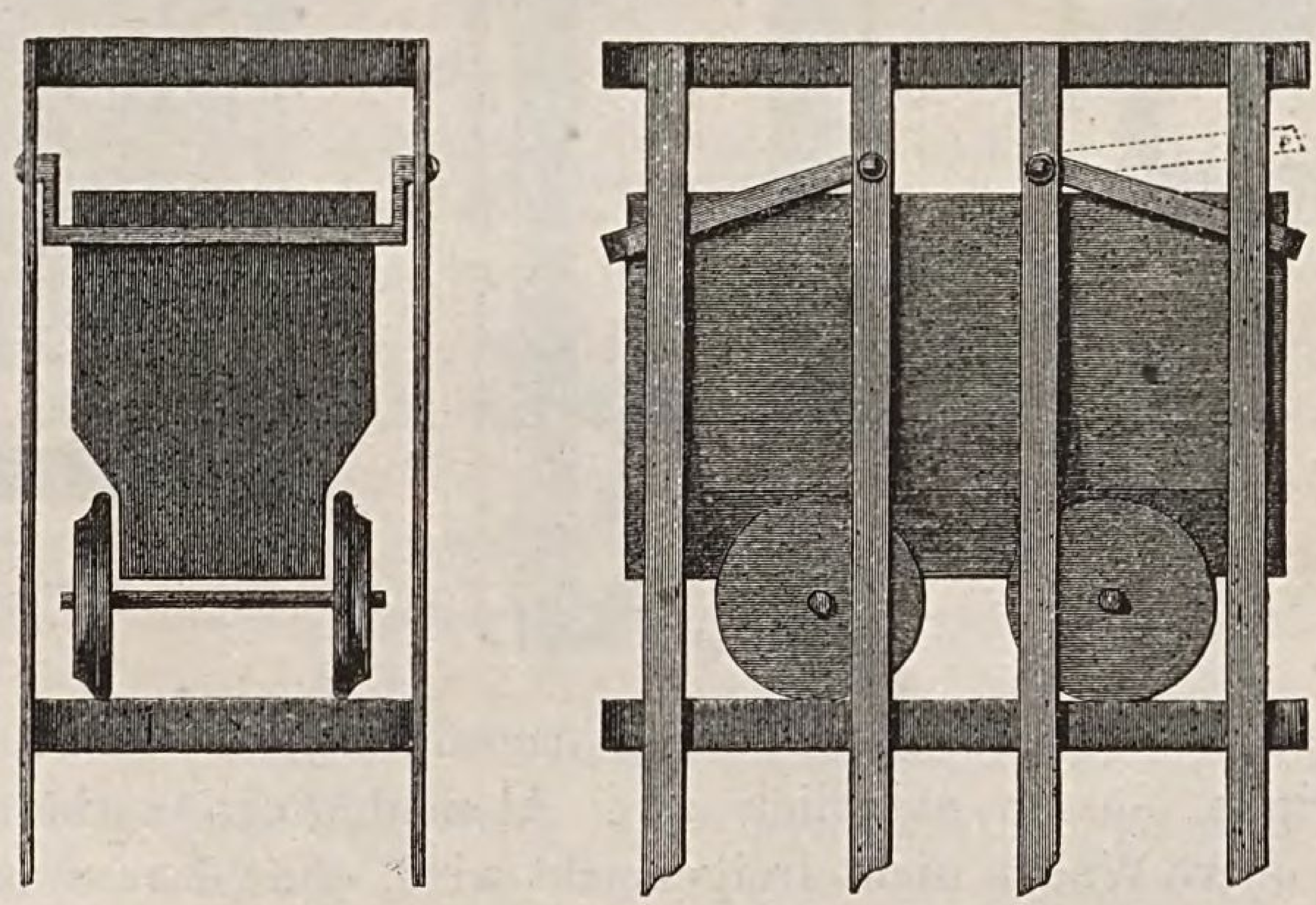
Obgleich sich die Gewichte der Förderkörbe im Schachte gegenseitig ausgleichen, ist es doch vortheilhaft, die Körbe möglichst leicht zu machen, weil ihre Gewichte auf die zu wählende Stärke der Förderseile von wesentlichem Einflusse ist.

817. Verschiedene Einzelheiten. — Der zwischen den Fördergerippen an der Begegnungsstelle zu lassende Spielraum darf nicht unter 10 bis 12 cm betragen. Zwischen den Gerippen und dem Schachtausbau (abgesehen von den Leitungen) lässt man womöglich einen Spielraum von 12 bis 15 cm.

818. Ein wichtiger Punkt ist die Art und Weise, wie die Wagen in dem Gerippe festgehalten werden, damit sie während des „Treibens“ nicht herausrollen, was immer grosse Betriebsstörungen zur Folge hat.

Solche Verschlüsse existiren in der mannigfaltigsten Einrichtung. Oft sind es horizontale Barrieren, welche entweder in der durch Fig. 401

Fig. 401.



dargestellten oder in anderer Weise vor die Wagen gelegt und beim An- und Abschlagen gehoben werden. Auch finden sich einfache Riegel (Fig. 402, a. f. S.), welche vor den oberen Rand des Wagens herabhängen. Ein anderes, in Belgien sehr gebräuchliches System besteht darin, dass die Wagenräder durch Klinken (Fig. 403, a. f. S.) festgehalten werden, welche am Boden des Gerippes um eine Längsstange drehbar angebracht sind. Diese Axe ist an der Stirnseite des Gerippes zu

einer kleinen Kurbel umgebogen, welche von den Anschläger mit dem Fusse herumgeworfen wird.

Man hat auch selbstthätige Verschlüsse construirt. Bei dem in Fig. 404 dargestellten Verschlusse dieser Art wird das Gerippe durch horizontale Barrieren verschlossen, welche an auf- und abschiebbaren verticalen Stangen festsitzen. Die letzteren ragen mit ihrem unteren Ende am Boden des Gerippes hervor und stossen, unmittelbar bevor sich das Gerippe auf die Schachtfallen aufsetzt, auf anderweitige Vorsprünge im Schachte auf, heben also die Barrieren und machen die Wagen frei.

Fig. 402.

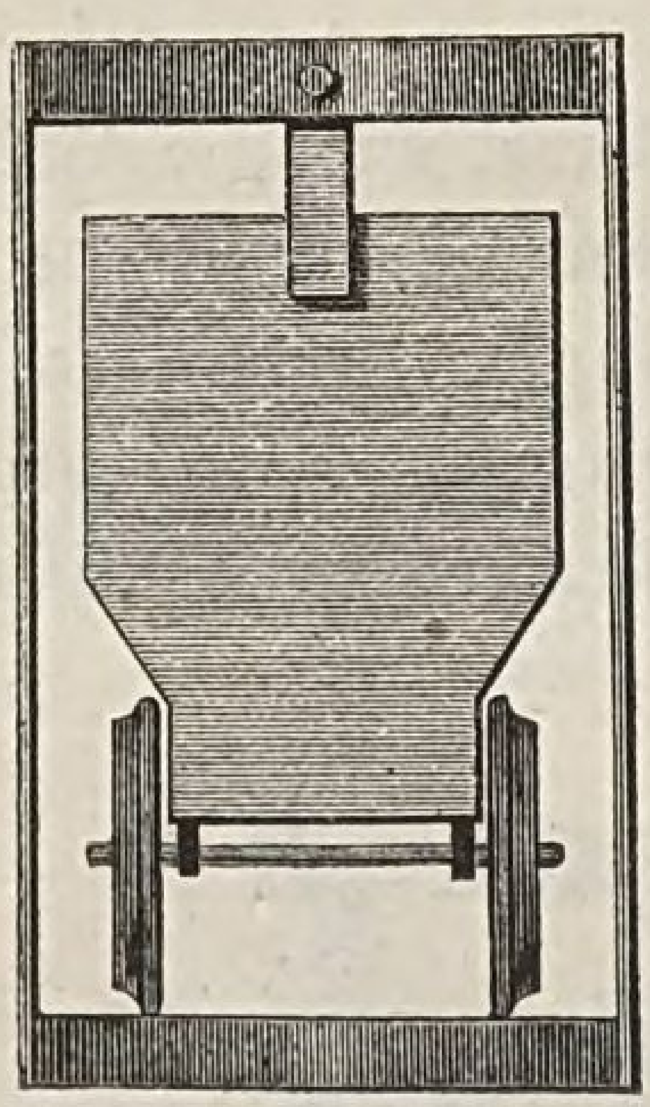


Fig. 403.

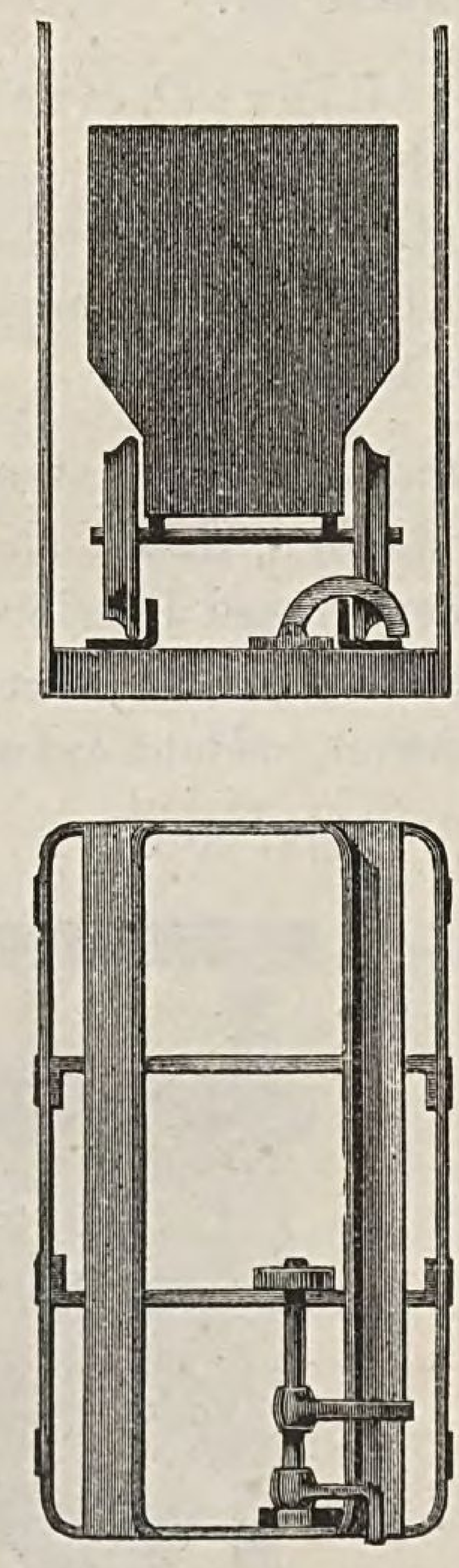
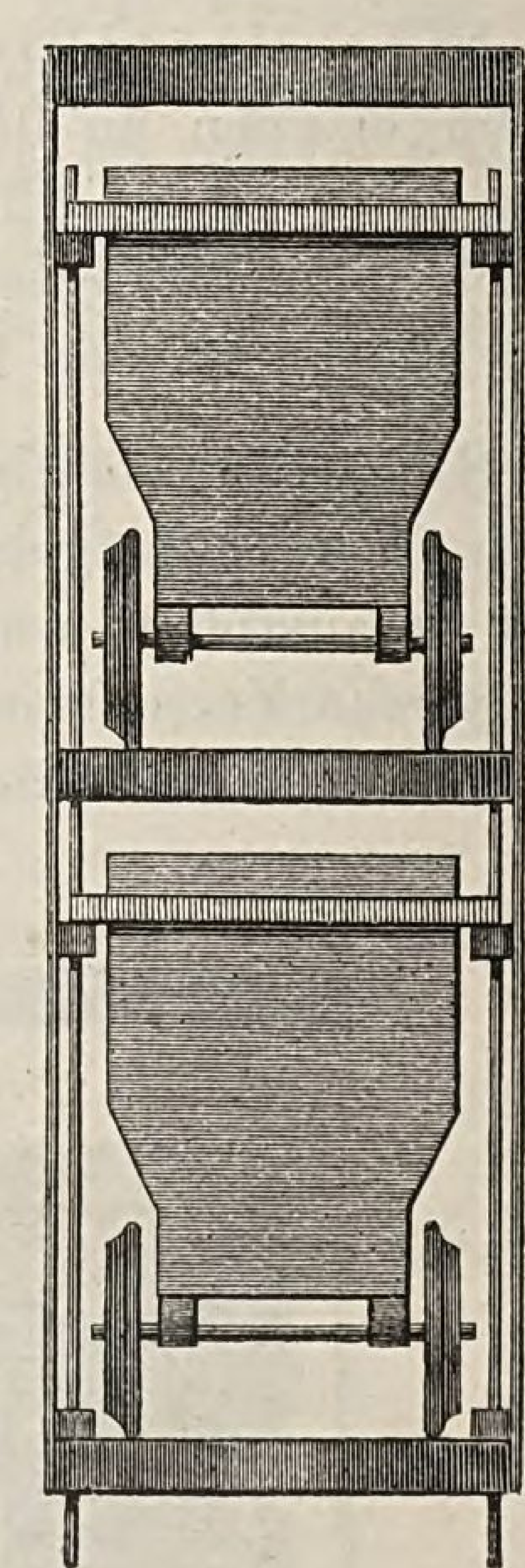


Fig. 404.



Bei der in der Figur angenommenen Anordnung für ein zweietagiges Fördergerippe müssen natürlich zwei Abziehbühnen vorhanden sein, damit der obere Wagen nicht freigemacht wird, ohne dass er vor seinem Abzugsniveau angelangt ist.

Bei jedem Förderkorbverschlusse sind dreierlei Rücksichten zu vereinigen: Zunächst muss er solide sein, denn die Verschlusstheile werden fortwährend gehandhabt und sind den verschiedensten Stössen ausgesetzt. Die Construction muss ausserdem einfach sein und ein leichtes Auswechseln gestatten; es müssen stets Verschlüsse in Reserve sein und nöthigenfalls ohne Aufenthalt eingewechselt werden können.

Zweitens muss der Verschluss rasch zu handhaben sein. Bei tiefen Schächten und grosser Förderung kommt es darauf an, Secunden, ja Bruchtheile einer Secunde pro Treiben zu gewinnen.

Endlich muss der Verschluss zuverlässig functioniren. Ein während des Treibens aus dem Gerippe rollender Wagen kann grosse Beschädigungen am Schachtausbau, sowie Seilbruch und sonstige Unfälle hervorrufen.

819. Die Theile, welche an dem Förderkorbe angebracht werden, um ihn an den Schachtleitungen zu führen, werden bei diesen letzteren betrachtet werden.

820. Instandhaltung der Fördergerippe. — Die Instandhaltung der Fördergerippe erfordert unausgesetzte Aufmerksamkeit; jede Störung in der Schachtförderung bedeutet eine Erhöhung der Selbstkosten.

Die erste Maassregel ist die, dass stets zwei vollkommen brauchbare, sofort einzuwechselnde Gestelle in Reserve sind. Ein Reservegestell genügt nicht, weil Unfälle im Schachte vorkommen können, durch welche beide Gestelle gleichzeitig unbrauchbar werden. Zu einem gut ausgerüsteten Förderschacht gehören daher immer fünf Gerippe: zwei im Schachte, zwei in Reserve, zum Einwechseln bereit, und eins in Reparatur. Ein Stillstand der Förderung wegen Mangels an Fördergestellen darf niemals vorkommen.

Die Gerippe müssen auch schnell und leicht ausgewechselt werden können. Zu diesem Zwecke werden die Reservegerippe am besten auf kleinen Wagen in demjenigen Niveau, in welchem sie in den Schacht eingefahren werden können, bereit gehalten.

Der zweite Hauptpunkt ist die regelmässige Revision der Fördergerippe. Die beiden im Gebrauche befindlichen Gerippe müssen täglich zweimal, Morgens und Abends, unter Zuziehung des Schmiedemeisters in allen Theilen genau untersucht werden. Dabei werden die etwa locker gewordenen Schrauben wieder angezogen, es wird nachgesehen, ob vielleicht einzelne Theile gebrochen, verbogen oder sonst beschädigt sind und es werden vor Allem die Zwieselketten und sonstigen Zwischenglieder zwischen Seil und Förderkorb untersucht. Jeder Schaden muss auf der Stelle reparirt werden. Geht dies nicht an, so wird das ganze Gerippe ausgewechselt.

§. 2.

Schachtleitungen.

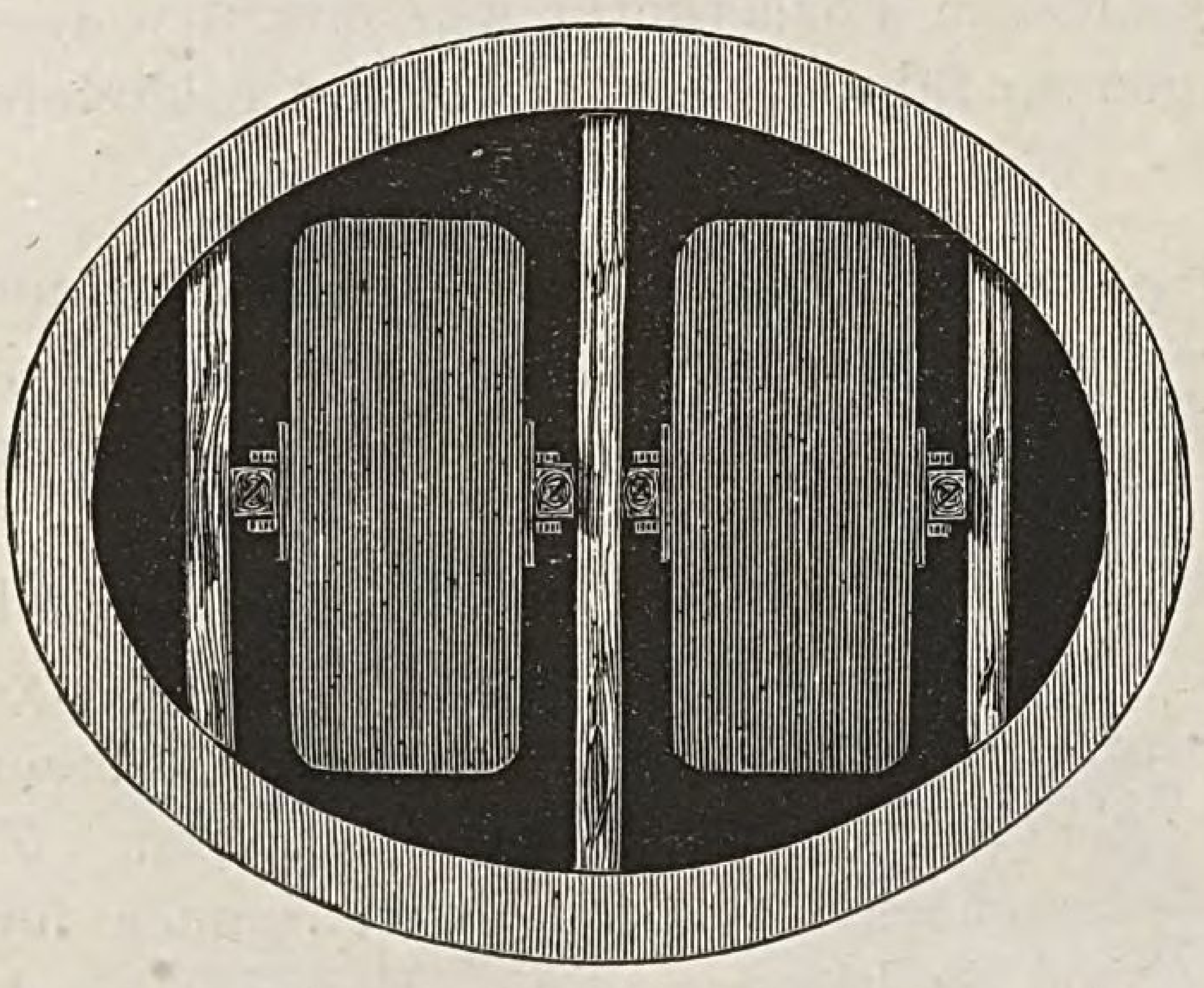
821. Zur Ermöglichung der jetzt gebräuchlichen Schachtgeschwindigkeiten (Fördergeschwindigkeiten im Schachte, bis zu 12

und 15 m in der Secunde) müssen die Gerippe den ganzen Schacht entlang präcise geführt werden.

Drei Arten von Schachtleitungen sind im Gebrauche: hölzerne, eiserne und Drahtseilleitungen.

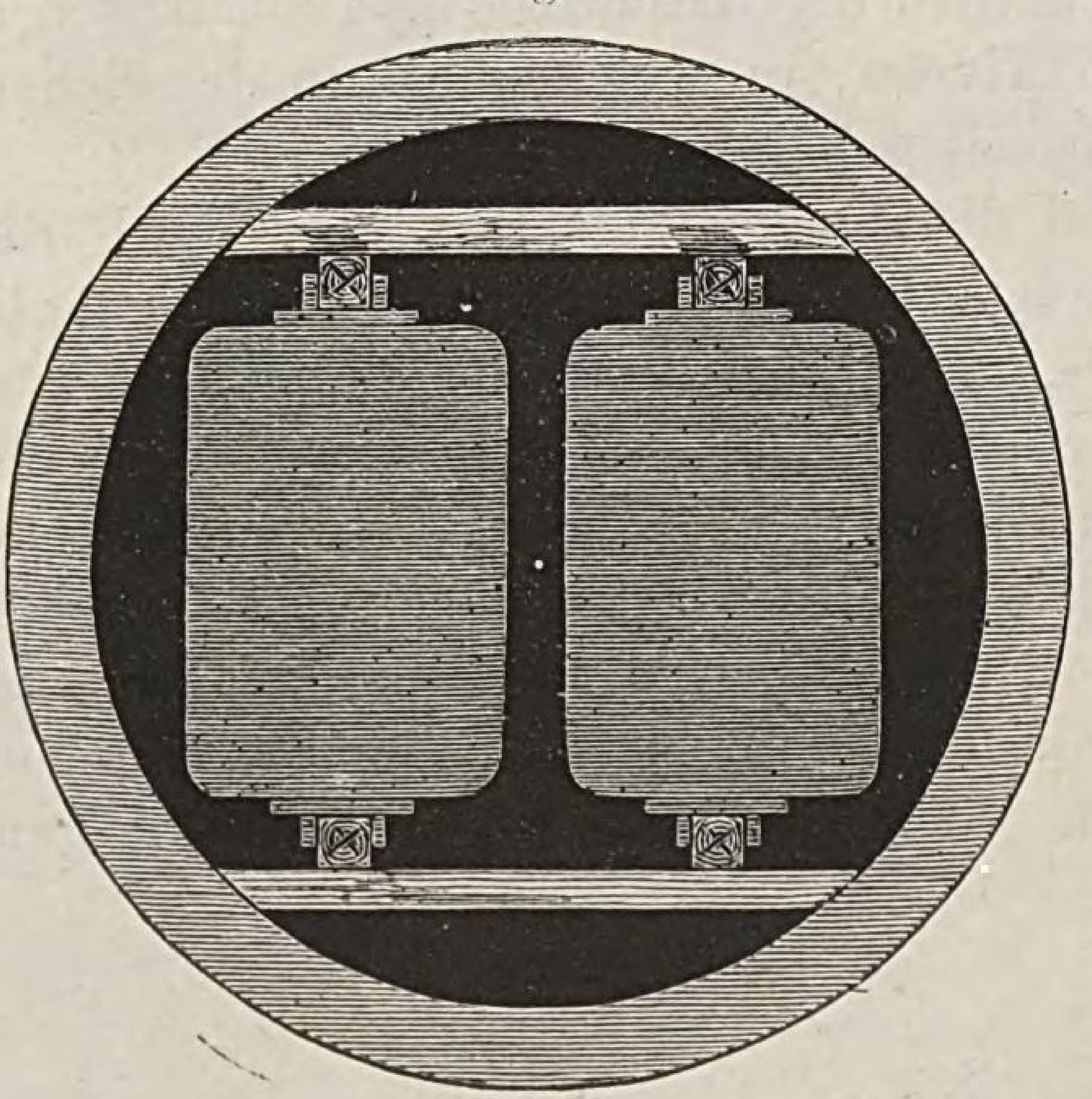
Hölzerne Leitungen. — Die hölzernen Schachtleitungen bestehen aus horizontalen „Einstrichen“ und verticalen Leitbäumen. Erstere werden mit ihren Enden ins Gebirge oder in die Mauerung eingebühnt oder mit dem Schachtausbau auf sonstige Weise verbunden (bei Bolzenschrotzimmerung in der Regel eingezapft, bei eisernen Ringen mit Laschen angeschraubt). Die Leitbäume werden an die Einstriche angenagelt oder angeschraubt.

Fig. 405.



822. Die Disposition dieser Leitbäume kann verschiedenartig sein. Sie können rechts und links von den Gerippen angebracht und in der Schachtscheibe durch drei Einstriche festgehalten werden (Fig. 405); sie können aber auch an der Vorder- und Hinterseite der Gerippe liegen und an jedesmal zwei Einstrichen befestigt sein („Stirnführung“, Fig. 406).

Fig. 406.



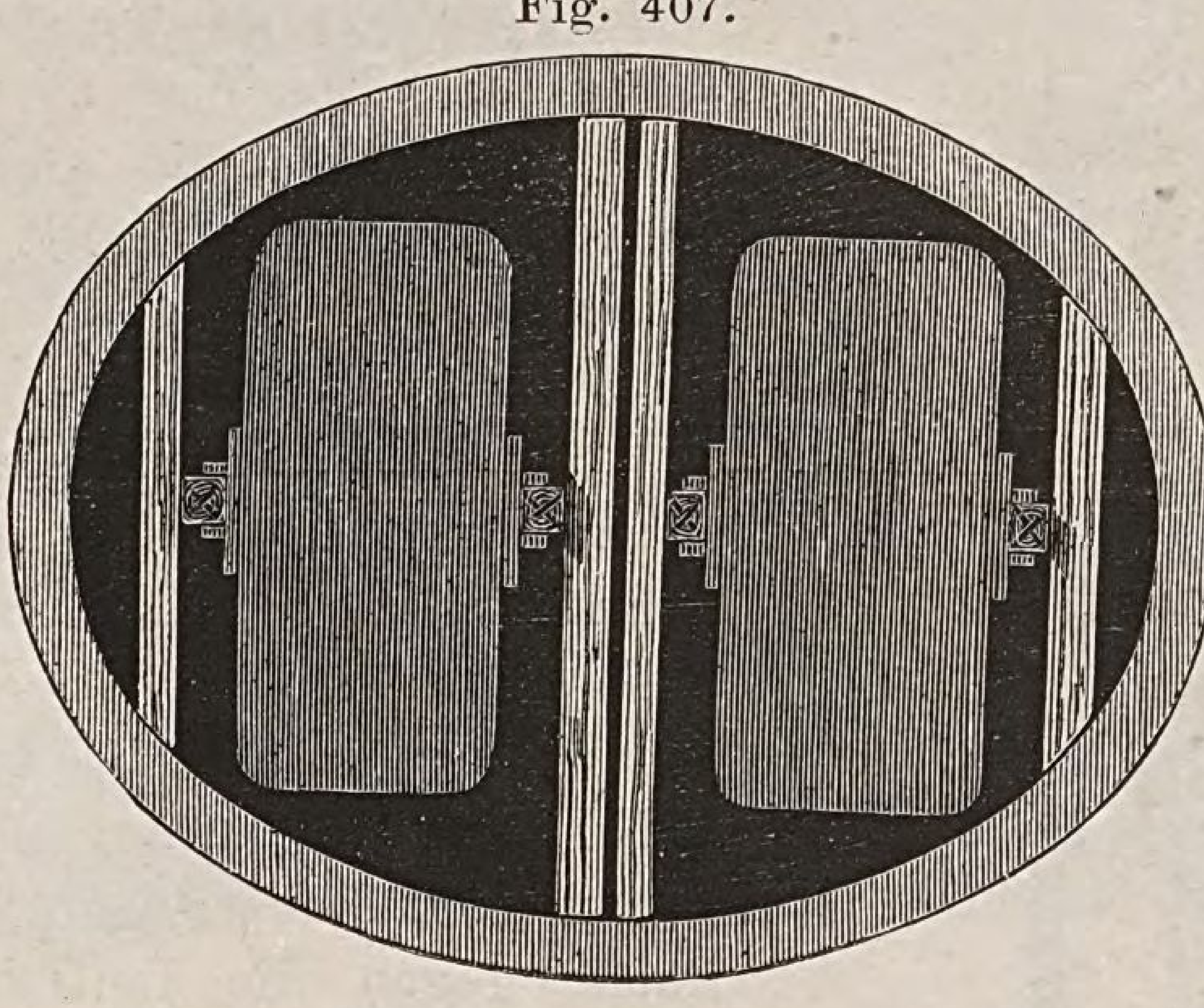
Die Auswahl zwischen diesen beiden Dispositionen hängt in erster Linie von den Dimensionen des rollenden Materials und des Schachtes ab. Wenn diese die Wahl freistellen, so kommen folgende Rücksichten in Betracht und geben je nach den Umständen nach der einen oder anderen Seite hin den Ausschlag: Die Seitenführung (Fig. 405) ist theurer; sie erfordert mehr Holz, ist aber solider; sie macht keine Gegenführungen an den Füllörtern und an der Hängebank nothwendig und schliesst ein Zusammenstossen der Ge-

rippe bei der Begegnung aus, während dieser Fall bei der Stirnführung vorkommen kann, wenn der Spielraum zwischen den Gerippen gering ist und die Leitbäume und Führungsschuhe abgenutzt sind.

Bei der Stirnführung (Fig. 406) ist man genöthigt, an der Hängebank und den Füllörtern seitliche Gegenleitungen anzubringen, da hier die Hauptleitungen zur Ermöglichung des Abziehens und Aufstossens der Wagen unterbrochen sein müssen. Dagegen bietet die Stirnführung folgende Vortheile: 1) sie gestattet eine bessere Ausnutzung des Schachtquerschnittes; 2) sie schliesst ein Herausrollen der Förderwagen aus dem Gerippe während des Treibens gänzlich aus. Dieser Vortheil ist wichtig und verdient beachtet zu werden. Auch der beste Förderkorbverschluss kann einmal versagen oder die Anschläger können versäumen, ihn vorzulegen; der ungehindert vorrollende Wagen kann dann unter den Schachtausbau fassen oder herunterfallend auf diesen aufschlagen und erheblichen Schaden anrichten. Besonders bei gusseiserner Cüvelage mit inneren Flantschen ist diese Möglichkeit bedenklich. Manchmal sind allerdings diese Cüvelagen zum Schutze der Flantschen und Rippen innen mit Platten oder Backsteinen verkleidet, oft aber auch sind sie nackt und können dann durch einen heftig anstossenden Förderwagen, der eine Flantsche oder eine Rippe abbricht, in der gefährlichsten Weise verletzt werden.

Die beiden aufgeführten Hauptarten von Holzleitungen können nun noch im Einzelnen variirt werden. So können bei Seitenführung die beiden mittleren Leitbäume entweder durch gemeinsame Bolzen befestigt werden — in welchem Falle ein Losreissen des einen Leitbaumes auch das Freiwerden des anderen bedingt — oder es kann, um diesen Uebelstand zu vermeiden, jeder seine besonderen Bolzen haben, in welchem Falle nach dem von Lambert angegebenen und bei

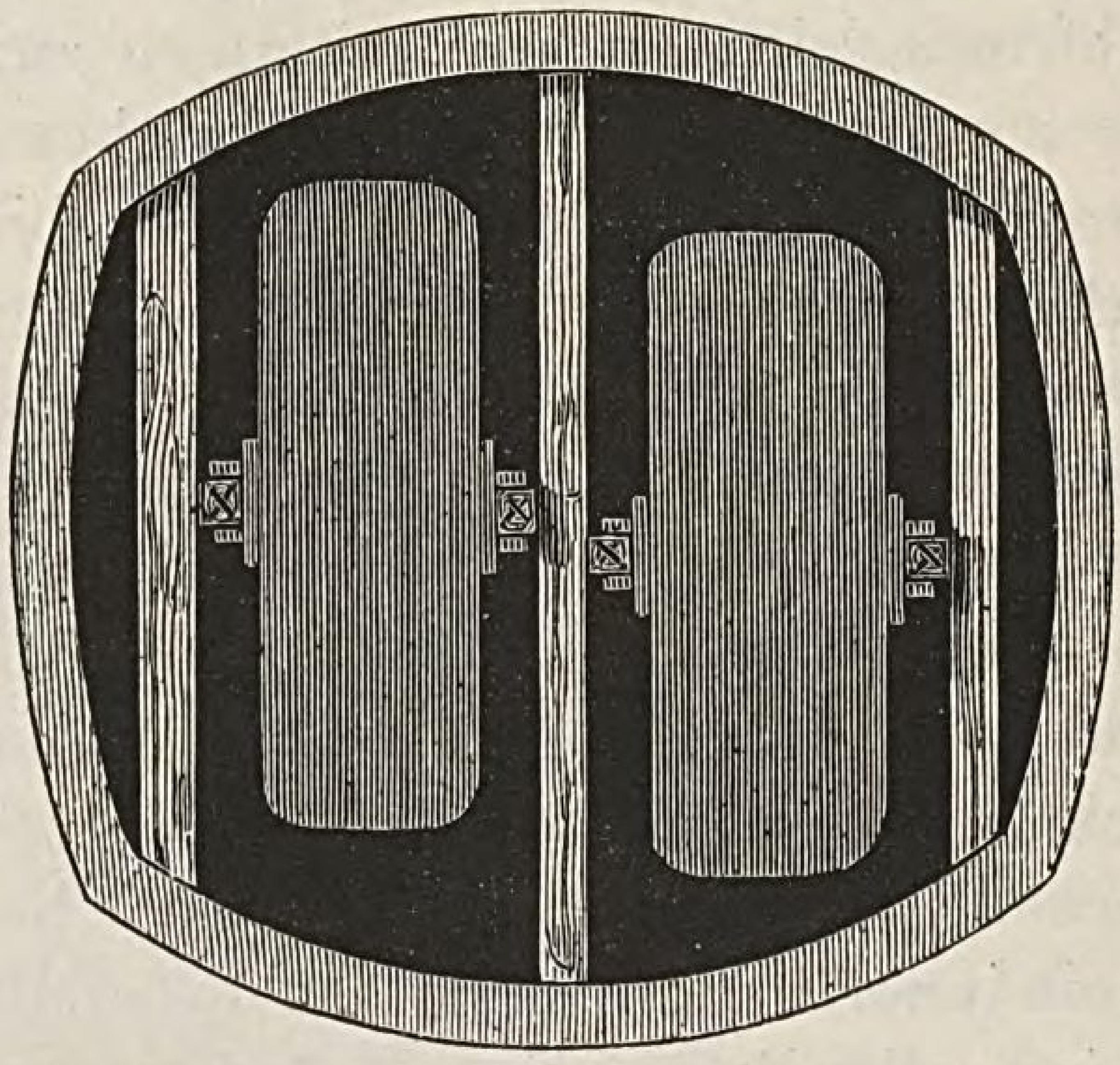
Fig. 407.



Charleroi angewendeten Verfahren die Queraxen der beiden Gerippe etwas gegen einander verschoben werden müssen, so dass die mittleren

Leitbäume nicht an eine und dieselbe Stelle des mittleren Einstriches zu liegen kommen (Fig. 407, a. v. S.). Ein anderes Mittel zum gleichen

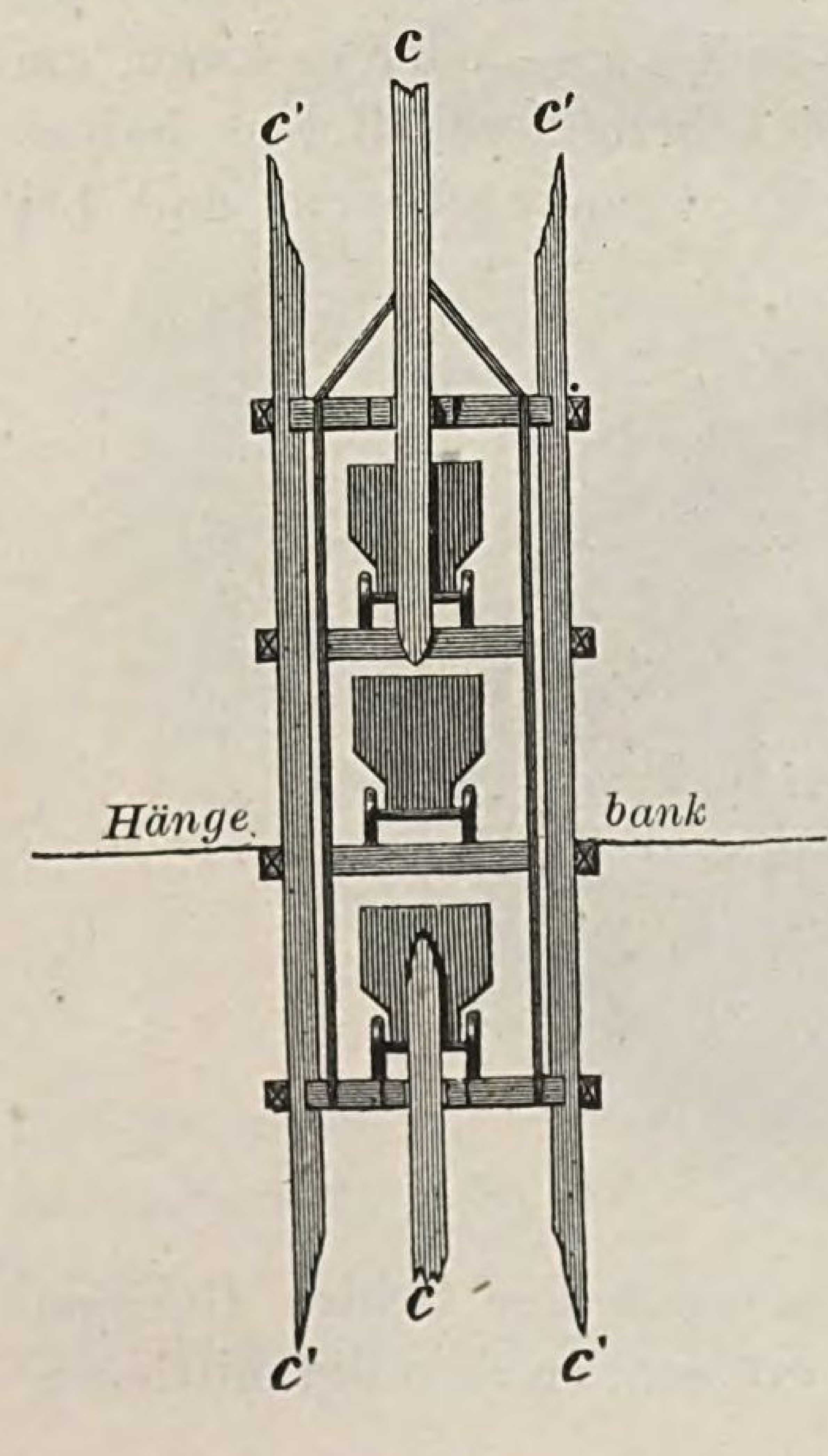
Fig. 408.



Endzwecke ist die Anwendung ganz getrennter Einstriche für jeden der beiden mittleren Leitbäume (Fig. 408), welche ersteren dann natürlich in verticaler Richtung ein wenig gegen einander verschoben werden.

823. Was die bei der Stirnführung erforderlichen Gegenleitungen an der Hängebank und den Füllörtern betrifft, so ist auch deren Construction sehr verschieden. Das in Fig. 409 dargestellte Beispiel mag genügen, um die Art und Weise, wie diese Gegenleitungen dienen, zu veranschaulichen: *cc* sind die Hauptleitungen, welche im Niveau der Hängebank auf der Höhe eines Wagens unterbrochen sind; *c'c'* sind die Gegenleitungen, welche an dieser Stelle die Hauptleitungen ersetzen.

Fig. 409.



824. Es sind nun einige wichtige Einzelheiten in der Construction der Schachtleitungen zu betrachten.

Den Einstrichen soll man einen Querschnitt von mindestens 0,15 × 0,20 m geben. Sie werden auf die hohe Kante gestellt, um eine grössere Verbindungsfläche gegen die Leitbäume zu erhalten. Die letzteren müssen mindestens 0,12 × 0,15 m Querschnitt haben. Die

breitere Seite kommt gegen den Einstrich zu liegen. — Die Einstriche sind scharfkantig, mit gerader Faser und splintfrei aus Eichenholz zu schneiden und dürfen keine Knorren noch irgend welche Fehler haben.

Die Leitbäume werden aus gewöhnlichem oder aus amerikanischem Eichenholz oder aus Tannenholz geschnitten. Gewöhnliches Eichenholz ist am gebräuchlichsten und nutzt sich am wenigsten ab; es liefert jedoch kaum grössere Baulängen als 4 m und bedingt deshalb viele Stossverbindungen.

Aus Tannenholz lassen sich viel längere Stücke herstellen, aber es ist nicht besonders stark und fault leicht. Es ist daher nur für provisorische Leitungen zu empfehlen.

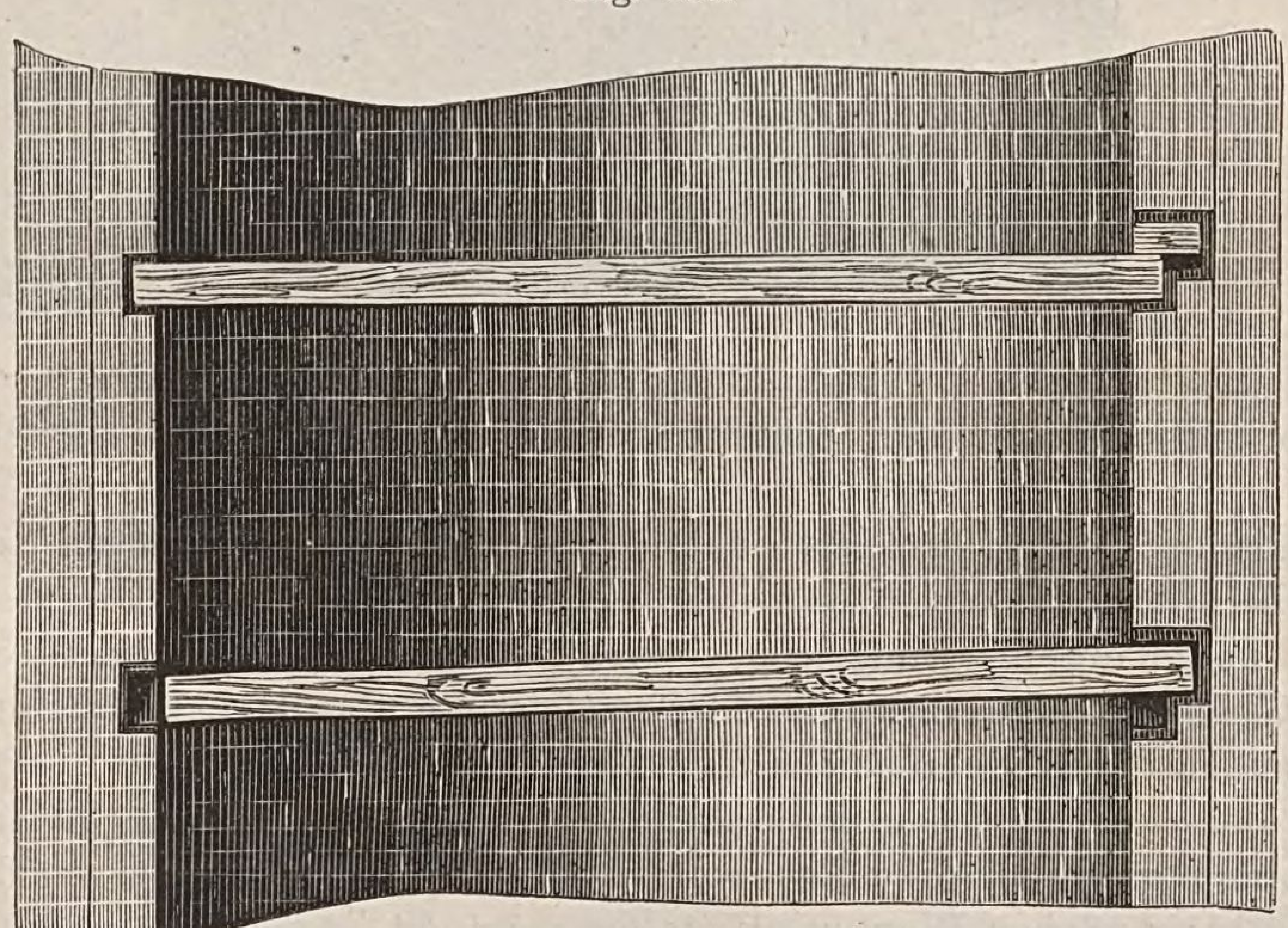
Vortheilhafter als die Tanne erscheint die amerikanische Eiche. In Stärke und Härte hält sie die Mitte zwischen der gewöhnlichen Eiche und der Tanne und sie bietet, wie die letztere, den Vortheil grösserer Baulängen.

Der Verticalabstand zwischen den Einstrichen darf nicht über 1 m betragen.

825. In unverbauten Schächten werden die Einstriche in das Gebirge eingebühnt. Die Bühnlöcher werden mit Schlägel und Eisen ausgespitzt.

In ausgemauerten Schächten werden die Einstriche gewöhnlich von vornherein durch die Maurer eingebaut. Zuweilen werden sie mit

Fig. 410.



den Enden einfach in die Mauerung eingebühnt. In diesem Falle müssen sie vorher getheert werden; auch dürfen die Enden nicht bis

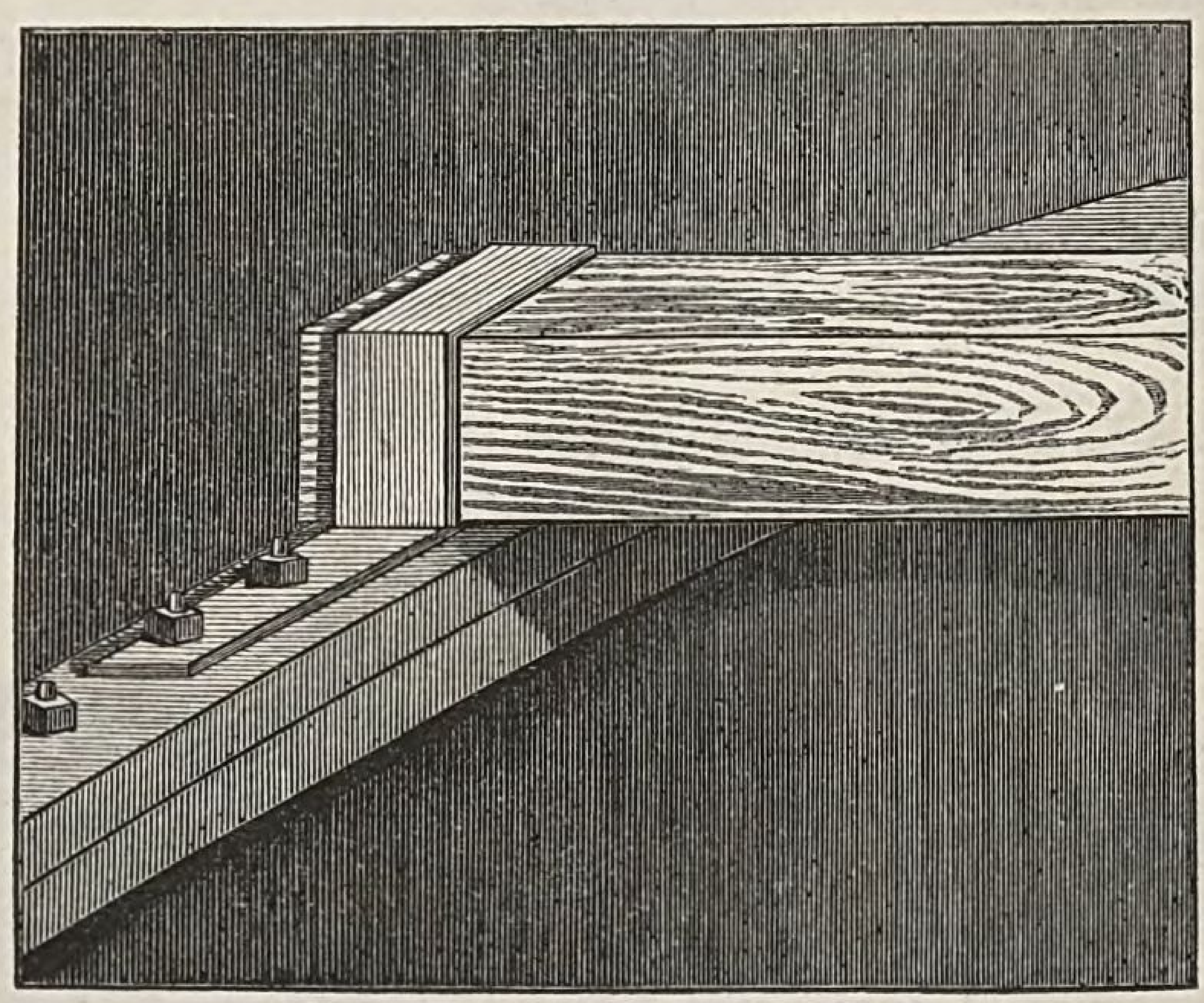
gegen das Gebirge stossen, da sonst die Aeusserung eines verhältnissmässig unbedeutenden Druckes in dem letzteren genügt, um den Einstrich durchzubiegen oder sogar zu zerknicken.

Am besten werden die Enden der Einstriche in eingemauerten Schuhen von Haustein oder Gusseisen verlagert. Diese Schuhe müssen so eingerichtet sein, dass man vorkommendenfalls einen Einstrich auswechseln kann, ohne die Mauerung angreifen zu müssen. Fig. 410 (a. v. S.) stellt diese Einrichtung vor Augen. Der untere Theil zeigt, wie ein Einstrich eingesetzt oder herausgenommen wird; an Ort und Stelle wird er durch einen Holzkeil gehalten.

826. Für Gusseisen-Cüvelagen giebt es mehrere Methoden, die Einstriche zu befestigen.

Wenn auf die Anbringung der Leitungen schon bei der Fabrikation der Cüvelagestücke Rücksicht genommen werden kann, so werden

Fig. 411.



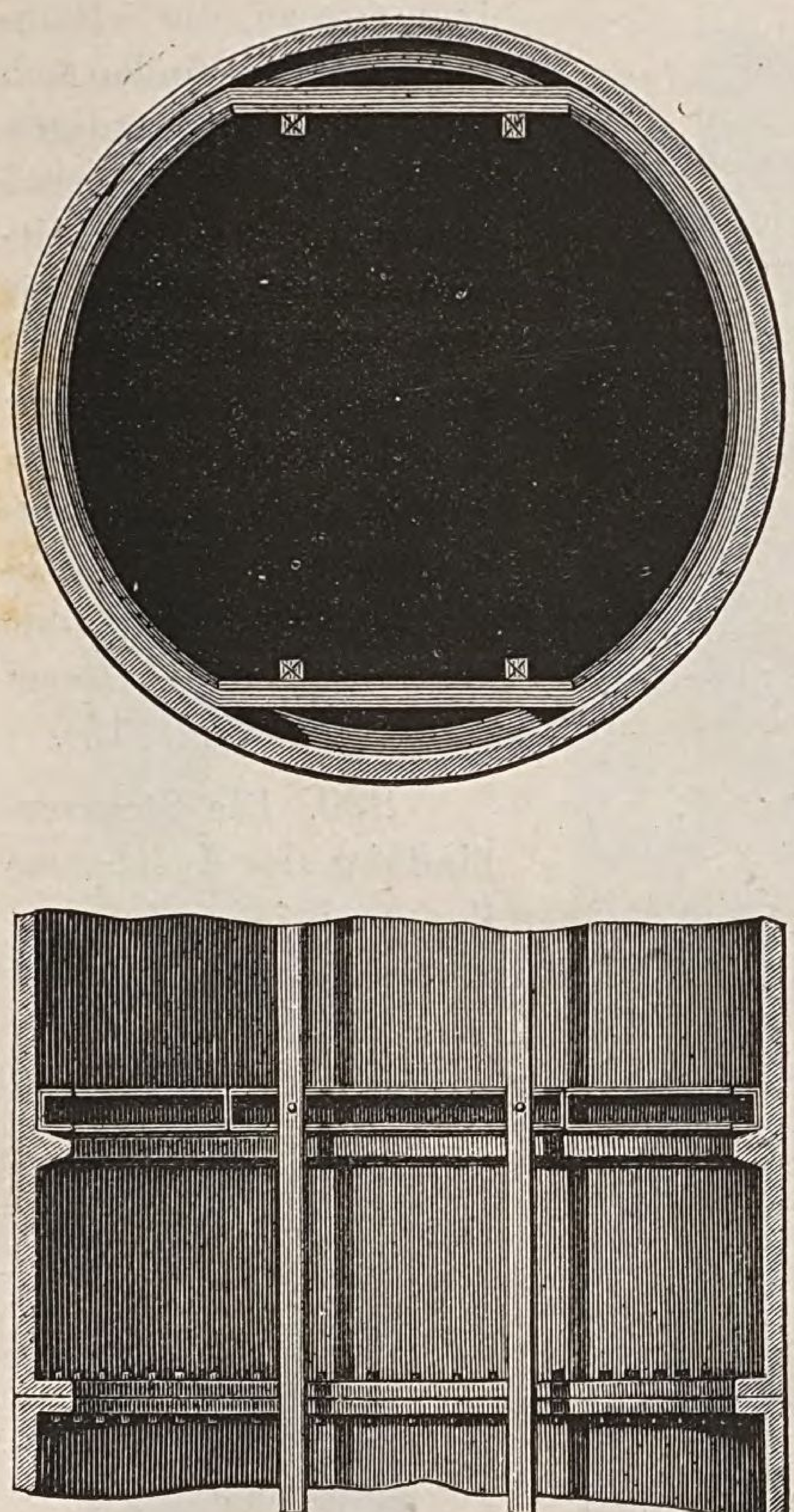
diese mit gelochten Rippen zum Anschrauben der Einstriche oder sogar mit angegossenen Schuhen für die Enden derselben versehen. Wenn dagegen die Anbringung der Einstriche nicht schon bei jener Gelegenheit vorgesehen ist, so ist eins der folgenden Mittel anzuwenden.

Man kann die Einstriche einfach auf die Verbindungsflantschen der Cüvelagestücke legen und hier mittelst der Cüvelage-Verbindungsschrauben durch Eisenbänder festhalten (Fig. 411).

Bei dieser Methode muss aber eine gewisse Anzahl von Cüvelage-Verbindungsschrauben gelöst werden, was wegen des unvermeidlich damit verbundenen Wassereintritts unerwünscht ist. Besser ist es, die Schachtleitungen an polygonalen, in den Innenraum der Cüvelage eingeklemmten und auf den Verbindungsflantschen aufruhenden Holz-

rahmen zu befestigen. Auf diese Weise bleiben die Fugen der Cüvelage unberührt und auch für den Fall der Reparatur vollkommen zugänglich. Statt der polygonalen Holzrahmen kann man auch U-Eisenrahmen von der in Fig. 412 dargestellten Form anwenden, welche sich ebenfalls an die Innenseite der Cüvelage an- und auf die Verbindungsflantschen auflegen.

Fig. 412.



827. Das Einbauen der Schachtleitungen erfordert ganz besondere Sorgfalt und Genauigkeit. Eine Holzleitung muss ganz genau im Lothe liegen, wenn sie gut functioniren soll. Die geringste Abweichung von der verticalen Linie verursacht rasche Abnutzung oder sogar plötzliche Beschädigungen, wenn mit grosser Geschwindigkeit gefördert wird. Schon beim Einbau der Einstriche muss daher unausgesetzt mit dem Senkblei gearbeitet werden. Beim Anbringen der Leitbäume wird wiederum das Loth gebraucht und die Spurweite überall mittelst Kaliber controlirt.

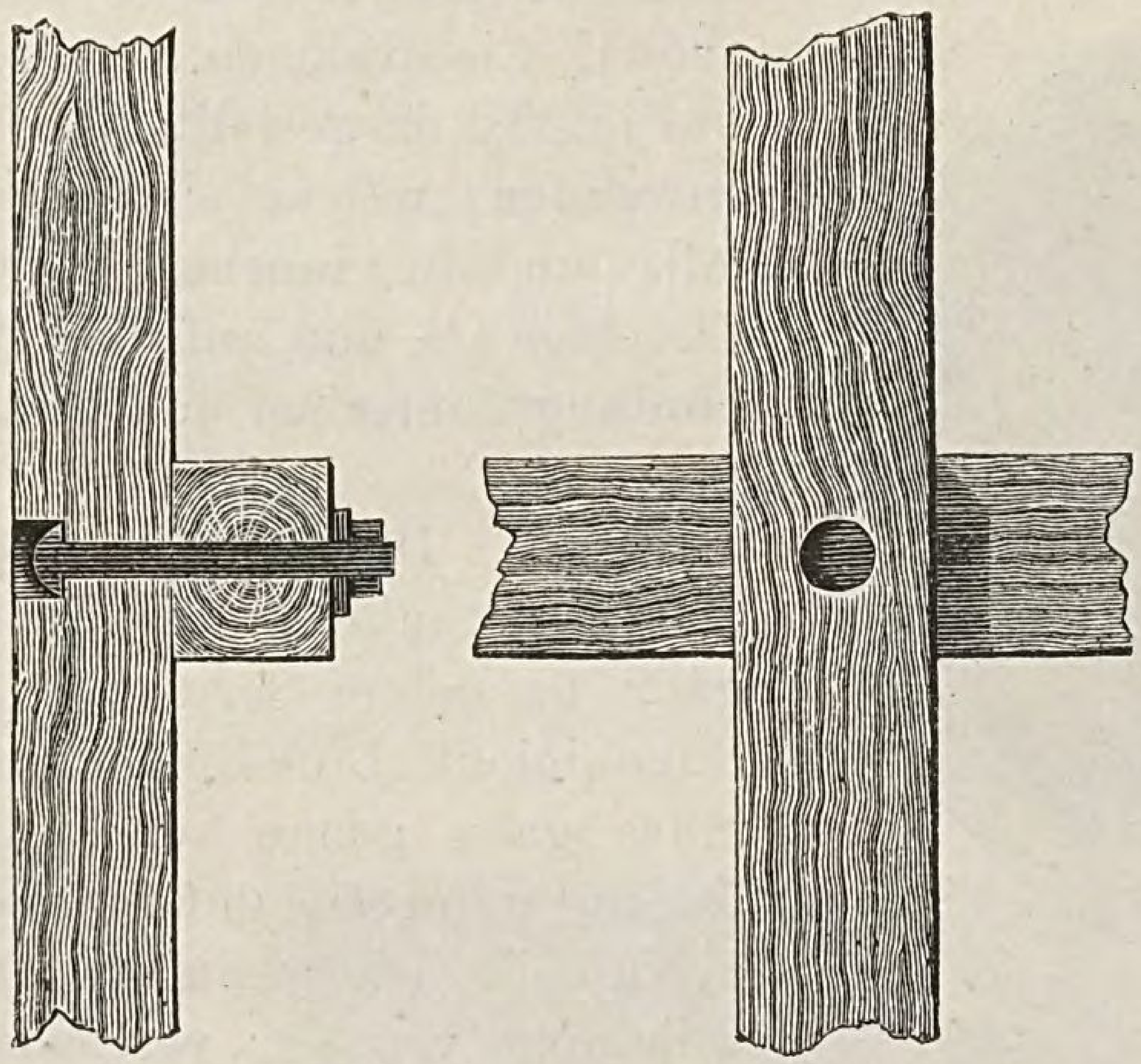
828. Der Einbau der Schachtleitungen kann von unten nach oben oder von oben nach unten vor sich gehen. Die erstere Methode ist die gebräuchlichste. Die Arbeiter stehen dabei auf fliegenden Bühnen, welche, wie die Arbeit aufwärts rückt, emporgezogen werden.

Wenn die Leitungen von oben nach unten eingebaut werden, kann man die Bühne immer in den zuletzt eingebauten Einstrichen aufhängen. Bei passender Aufhängevorrichtung braucht dann die Bühne gar nicht mehr von Tage aus regiert zu werden.

829. Ein letzter Punkt von Wichtigkeit ist die Art der Befestigung der Leitbäume an den Einstrichen und der Stossverbindung der ersteren unter einander.

Die Befestigung der Leitbäume an den Einstrichen geschieht durch Schraubenbolzen. Die Köpfe dieser Bolzen stehen nach dem Innern des betreffenden Fördertrummes zu, die Schraubenmuttern befinden sich auf der auswendigen Seite. Die Köpfe sind ziemlich tief in die Leitbäume eingesenkt, damit diese sich ziemlich weit abnutzen können, bevor die Führungsstücke der Förderkörbe an jene anstossen. Zur noch grösseren Sicherheit empfiehlt sich eine gerundete Form der Köpfe (Fig. 413).

Fig. 413.



830. Die Stossverbindung der Leitbäume kann verschieden hergestellt werden. Früher liess man jede Stossverbindung mit einem Einstrich zusammenfallen und wandte die in Fig. 414 oder die in Fig. 415 dargestellte Verblattung an. Alle drei Theile wurden

Fig. 414.

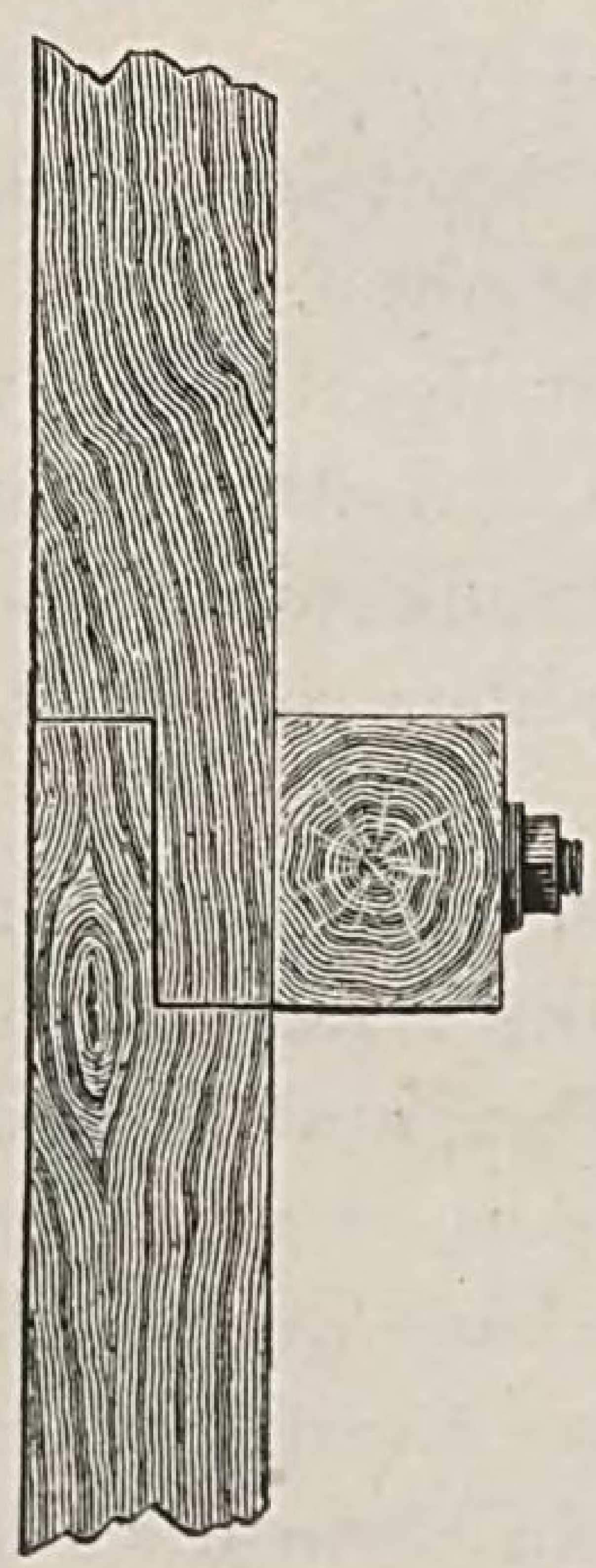


Fig. 415.

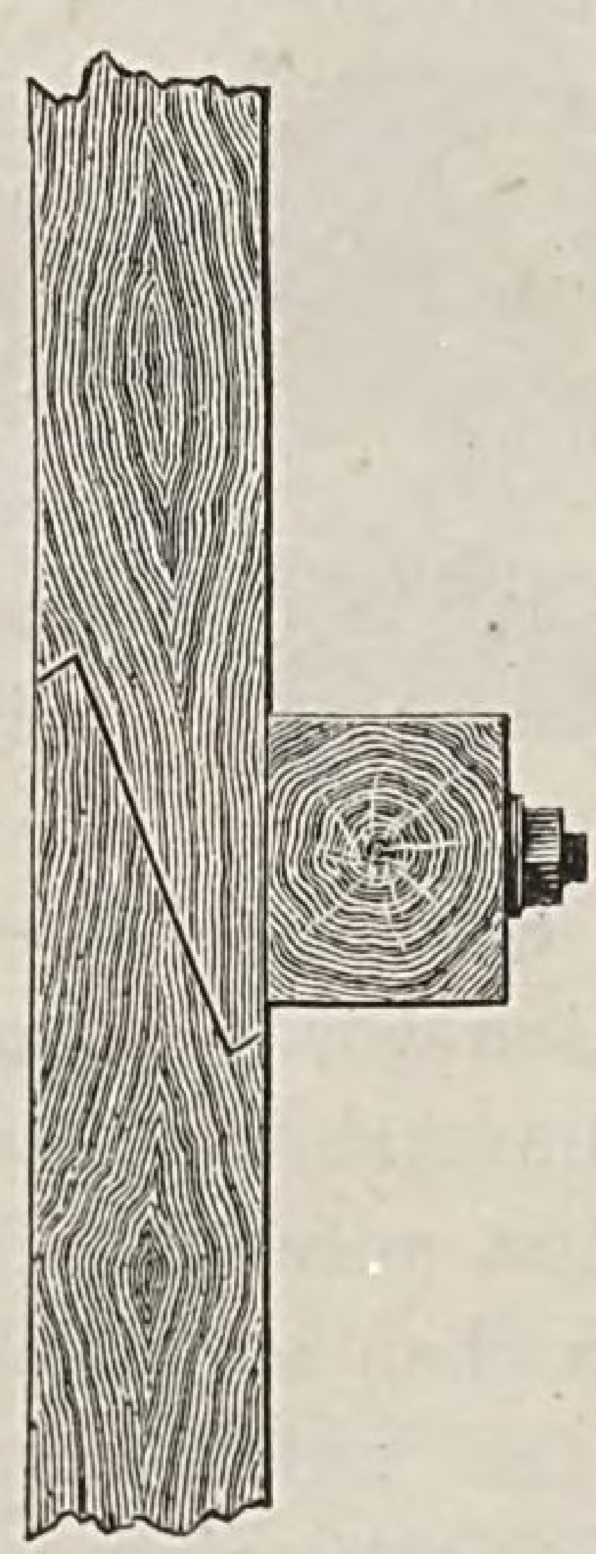
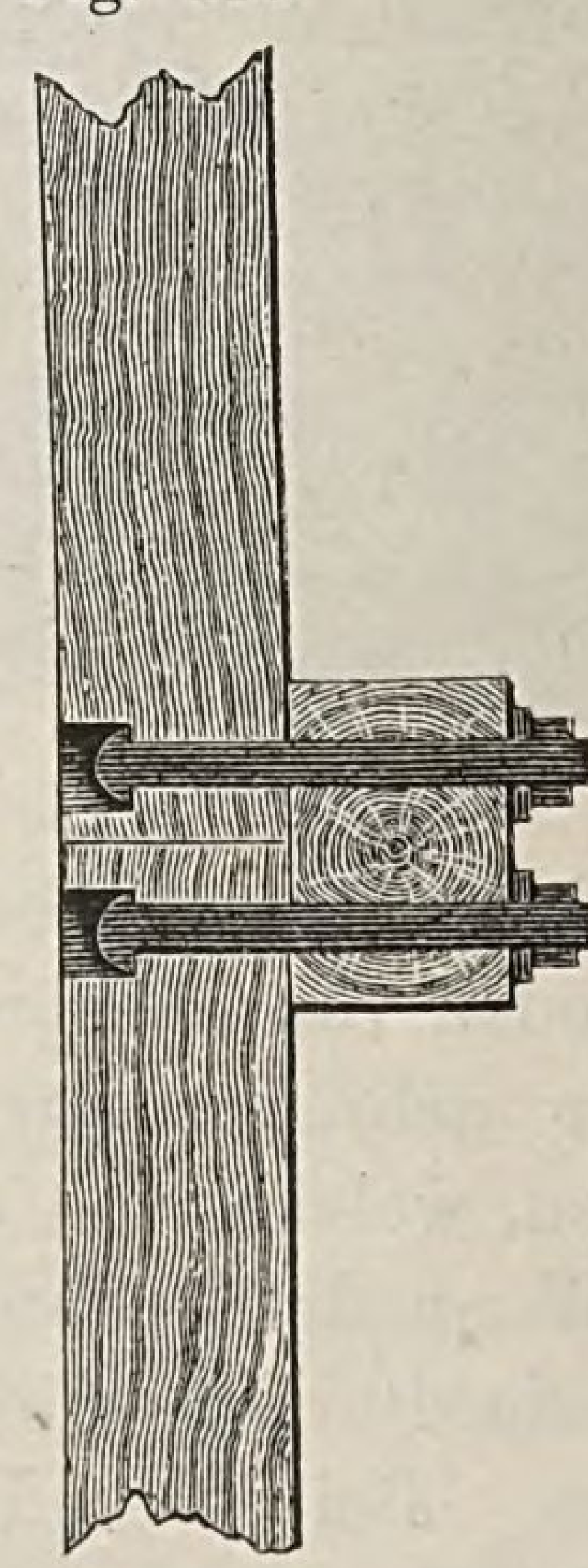


Fig. 416.



durch einen Schraubenbolzen zusammengehalten. Später ging man von der Verblattung ab und stiess die Leitbäume einfach stumpf an einander, indem man die Stossfuge auf die Mitte eines Einstrichs fallen liess, dessen Höhe die Anbringung von zwei Schraubenbolzen gestattete (Fig. 416).

Im Laufe der Zeit kam man dahin, die Stösse zwischen die Einstriche zu legen und die Verbindung durch angeschraubte Laschen zu bewerkstelligen (Fig 417). Gegenwärtig endlich ersetzt man die eiserne Lasche dieser Construction durch ein Holzstück von dem Kaliber der Leitbäume, so dass die Schraubenbolzen weiter von der Stossfuge entfernt stehen können. Die Stossverbindung wird hierdurch viel

Fig. 417.

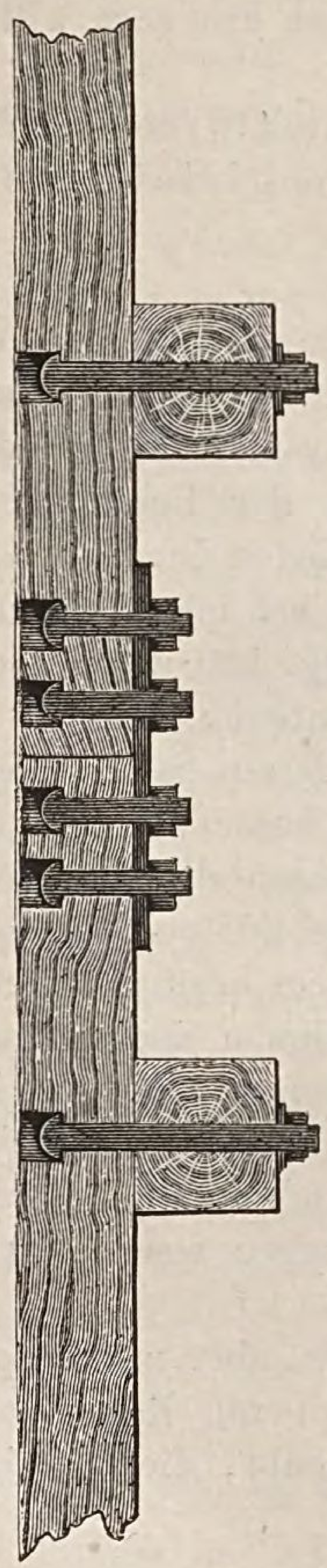


Fig. 418.

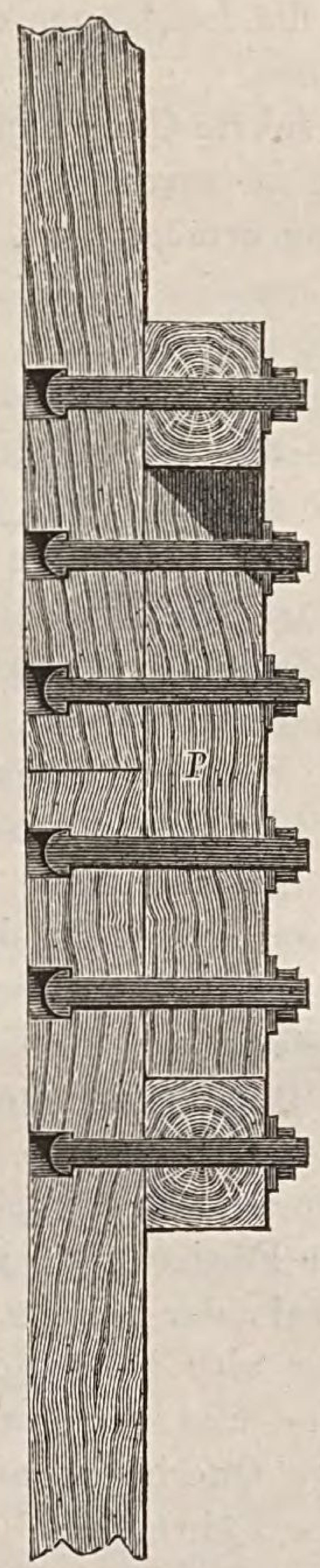
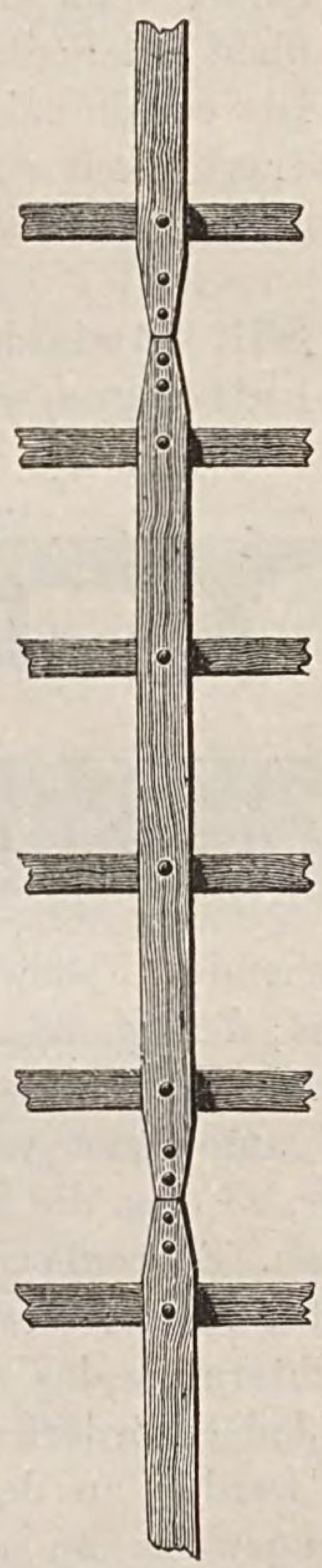


Fig. 419.



solider und ausserdem übertragen diese Stücke *P* (Fig. 418) das Gewicht der Leitbäume direct auf die Einstriche.

Die letztere Construction scheint die beste und wirklich empfehlenswerth zu sein. Man beobachtet nämlich bei den anderen Verbindungsarten, dass die Abnutzung der Leitbäume stets an den Stossstellen stattfindet. Diese werden dünner und die Leitung nimmt die in Fig. 419

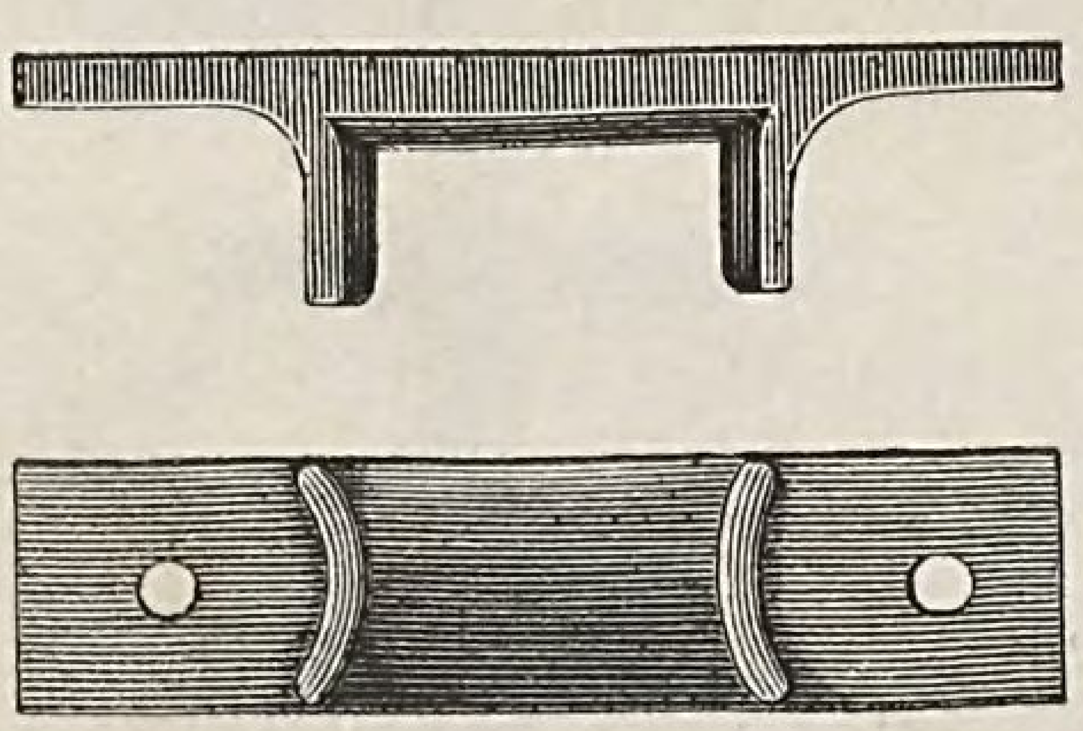
skizzirte Form an. Es rührt dies von dem Schlottern der nicht starr genug mit einander verbundenen Stossenden beim Vorbeipassiren des Förderkorbes her. Wenn nun die Leitung in dieser Weise abgenutzt ist, so ist es so gut wie unmöglich, sie anders zu repariren, als durch vollständigen Ersatz der Leitbäume. Um nämlich einen neuen Leitbaum an einen alten anzupassen, muss jener entweder am Ende zugespitzt werden, was verwerflich, oder es müssen Holzkeile auf die Enden des alten Leitbaumes genagelt werden, was gefährlich ist.

Selbst wenn man aber die Leitbäume sämmtlich erneuern will, ist dies nicht jederzeit ausführbar.

Die vorhin zuletzt angeführte Construction (Fig. 418) scheint diese Unzuträglichkeit vollständig zu vermeiden und eine gleichmässige Abnutzung der Leitbäume zu ermöglichen.

831. Zwischenstücke zwischen den Förderkörben und den Leitungen. — Um an den Leitungen geführt zu werden, müssen die Förderkörbe Ansatzstücke erhalten, deren Form je nach der Beschaffenheit der Leitungen verschieden ist.

Fig. 420.



Bei Holzleitungen hat man Führungsschuhe von der in Fig. 420 abgebildeten Construction. Diese Stücke bestehen aus Eisen oder besser noch aus Stahl, da sie dem Verschleisse ganz besonders stark ausgesetzt sind. Die gegen die Leitbäume streichenden Flächen sind am besten in der abgebildeten Weise gerundet; der Spielraum wird nur $^1/_2$ bis höchstens 1 cm breit genommen.

Die Führungsstücke müssen an die Geripprahmen angeschraubt, nicht angenietet werden. Die Nieten werden immer mit der Zeit locker, so dass die Theile klappern und die Leitungen mehr angegriffen werden. Schrauben hingegen können täglich vor und nach der Förderschicht, bei der Revision der Förderkörbe, nachgezogen werden. Auch erleichtern sie das Auswechseln der Schuhe.

Jeder Förderkorb erhält vier Führungsschuhe, aber nicht mehr; zwei werden an den Boden- und zwei an den oberen Rahmen beziehungsweise an das obere Querhaupt angeschraubt, die etwaigen Zwischenböden erhalten keine Führungen.

832. Die Holzleitungen sind im Grossen und Ganzen bis jetzt noch die verbreitetsten auf dem Continente. Wenn sie gut angelegt sind, erfordern sie wenig Unterhaltung und können lange dienen, bevor sie erneuert werden müssen. Sie gestatten Fördergeschwindigkeiten von 10 bis 15 m pro Secunde. Hierbei ist jedoch Bedingung, dass die Holzleitungen vollkommen im Lothe liegen, keinerlei Biegungen auf-

weisen und dass die Stösse gut verlascht sind und ganz genau auf einander passen.

Der Nachtheil dieser Leitungen zeigt sich erst nach einigen Jahren des Gebrauches, wenn die beständige Reibung der Führungsschuhe den Querschnitt der Leitbäume so weit geschwächt hat, dass sie erneuert werden müssen. Diese Erneuerung ist kostspielig und oft schwierig, da die Förderung nicht immer die ziemlich lange Zeit hindurch eingestellt werden kann, welche die Auswechselung der sämmtlichen Leitungen erfordert.

So vorzüglich daher eine neue und gut angelegte Holzleitung functionirt, so mangelhaft, unzuverlässig und gefährlich wird eine solche Leitung, wenn sie abgenutzt ist.

833. Eiserne Leitungen. — Eiserne Schachtleitungen sind bis jetzt im Allgemeinen weniger gebräuchlich, als hölzerne. Ihre Anwendung verbreitet sich jedoch mehr und mehr, da sie bei guter Anlage unbestreitbare Vorzüge in Bezug auf Widerstandsfähigkeit, Dauerhaftigkeit und Zuverlässigkeit besitzen.

Sie erfordern allerdings höhere Anlagekosten und stellen der Anwendung der später zu besprechenden Fangvorrichtungen Schwierigkeiten entgegen. Bezüglich des ersten Punktes ist jedoch zu bemerken, dass die Holzpreise die Tendenz zum Steigen, die Eisen- und Stahlpreise dagegen die Tendenz zum Sinken haben, wie ja in allen möglichen Constructionen das Holz schon mit Vortheil durch diese Metalle ersetzt wird. Dieser Vortheil beruht, abgesehen von den Anschaffungskosten, besonders auch in der grösseren Solidität und Dauer der betreffenden Eisenconstructionen.

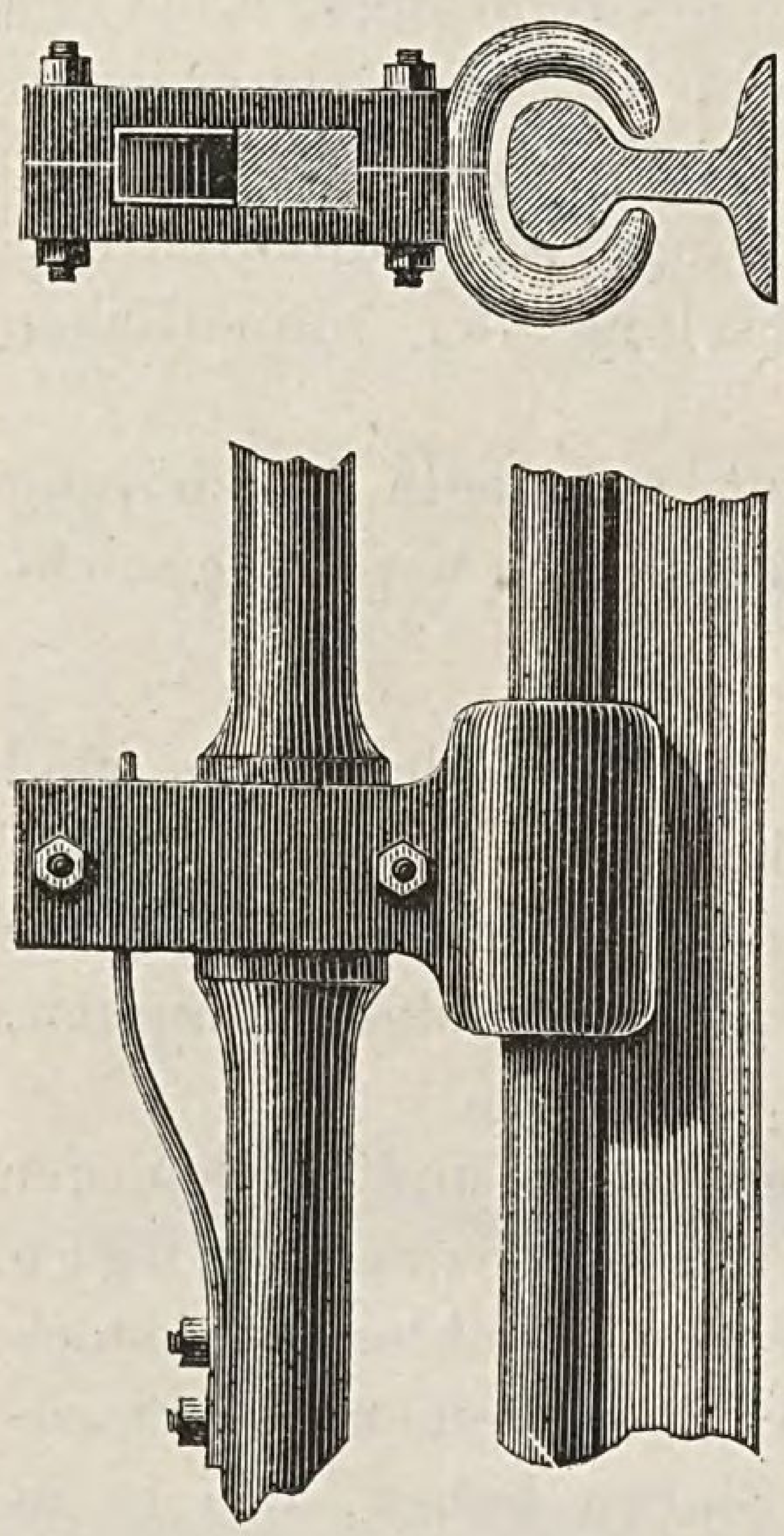
Der Kostenpunkt hat übrigens bei Anlagen der hier in Rede stehenden Art durchaus nicht in den Vordergrund zu treten, hier ist vielmehr die Hauptsache die möglichste Vermeidung aller Betriebsstörungen.

Das zweite Bedenken scheint schon ernsterer Natur. Indessen ist die Wirksamkeit der Fangvorrichtungen doch nichts weniger als über allen Zweifel erhaben und ausserdem giebt es auch thatsächlich Systeme von eisernen Leitungen, bei welchen Fangvorrichtungen möglich sind.

834. Eiserne Schachtleitungen sind seit lange schon im Becken von Lüttich im Gebrauch und es giebt dort noch manche Schächte alten Styls, die mit diesen Leitungen versehen sind. Jeder Förderkorb war durch zwei, meist in den Ecken der Trümmer angebrachte Eisenschienen geführt. An dem Förderkorbe sassen eiserne Klauen (Fig. 421, a. f. S.), welche den Kopf der Schiene umfassten. Die Klauen waren aus zwei Stücken zusammengeschraubt, so dass sie leicht ausgewechselt werden konnten. Oft wurde durch Anbringung einer Feder

die Verbindung zwischen der Klaue und dem Gerippe, also auch die ganze Führung an der Schiene elastischer gemacht (vergl. die Figur).

Fig. 421.



Diese Leitungsart war im Lütticher Becken ursprünglich durch den mangelhaften Zustand der dortigen alten, in Holz verbauten Schächte bedingt worden. Während Holzleitungen ganz lothrechten Einbau verlangen, können die eisernen, von Klauen umfassten Leitungen allen etwaigen Krümmungen des Schachtes folgen.

Diese ersten, nur für geringe Fördergeschwindigkeiten berechneten Eisenleitungen waren wegen des schwachen Kalibers der Schienen von geringer Solidität. Das Gewicht dieser Schienen von 10 bis 12 kg pro laufenden Meter erwies sich bei Einführung der grösseren Schachtgeschwindigkeiten als ungenügend.

835. Gegenwärtig kommt man auf dieses System zurück, indem man es den jetzt üblichen grossen Fördergeschwindigkeiten anpasst. Zu diesem Zwecke nimmt man statt jener schwachen Schienen solche von 30 bis 35 kg pro laufenden Meter und verbindet dieselben durch sorgfältige Verlaschung. Solche, in gemauerte Schächte genau lothrecht eingebaute Leitungen functioniren tadellos und werden ohne Zweifel immer grössere Verbreitung finden.

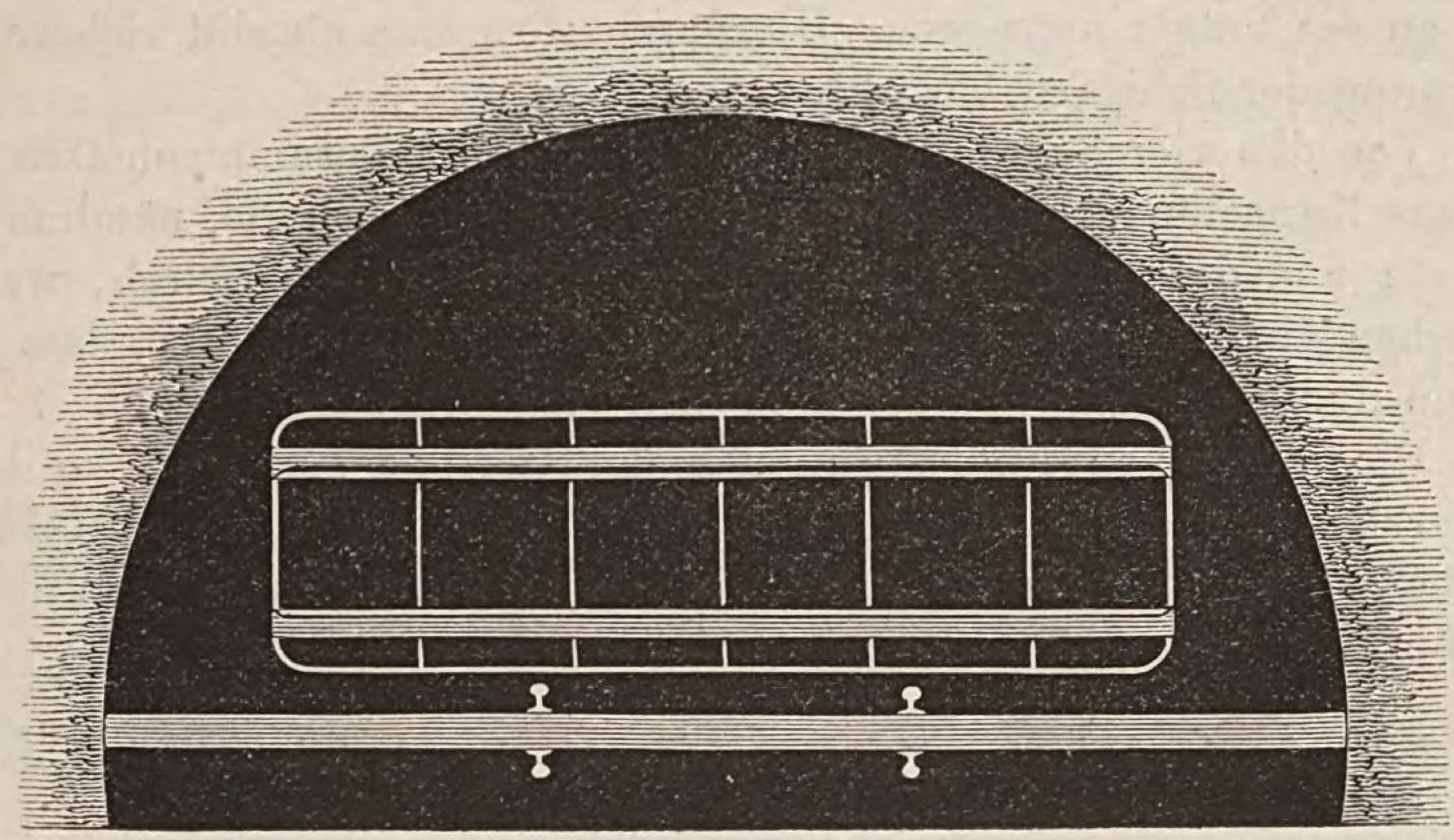
836. Als Beispiel mögen hier die seit einigen Jahren auf den Gruben der Gesellschaft Mariemont im belgischen Bassin du Centre in Anwendung stehenden, nach Briart construirten Eisenleitungen beschrieben werden.

Dem Principe nach bestehen diese Leitungen aus einer einzigen, mitten durch den runden Schacht gehenden Verticalreihe von Doppel-T-Trägern (Fig. 422) und vier daran hinablaufenden Linien von paarweise einander gegenüberstehenden Schienen. Die Fördergerippe, welche zwei Etagen zu je zwei hinter einander stehenden Wagen haben, werden an diesen Schienen durch deren Köpfe umfassende Klauen geführt (Fig. 423). Diese Klauen sind an der inneren Langseite der Gerippe befestigt.

Die als Einstriche dienenden I-Träger sind 4,65 m lang und 0,25 m hoch und liegen in Abständen von 3 m. Die Schienen sind Vignoleschienen von dem auf den belgischen Staatseisenbahnen ge-

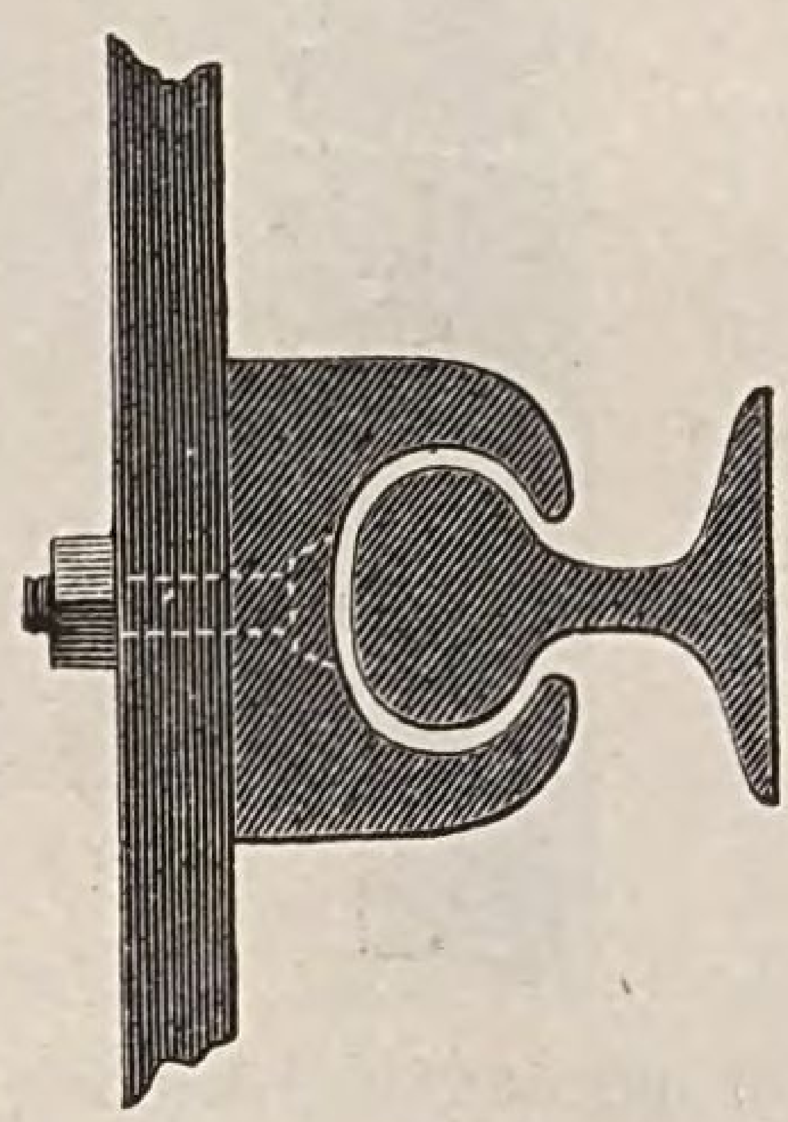
bräuchlichen Profile. Sie sind 5,995 m lang und lassen zwischen ihren Enden einen Spielraum von 0,01 m.

Fig. 422.



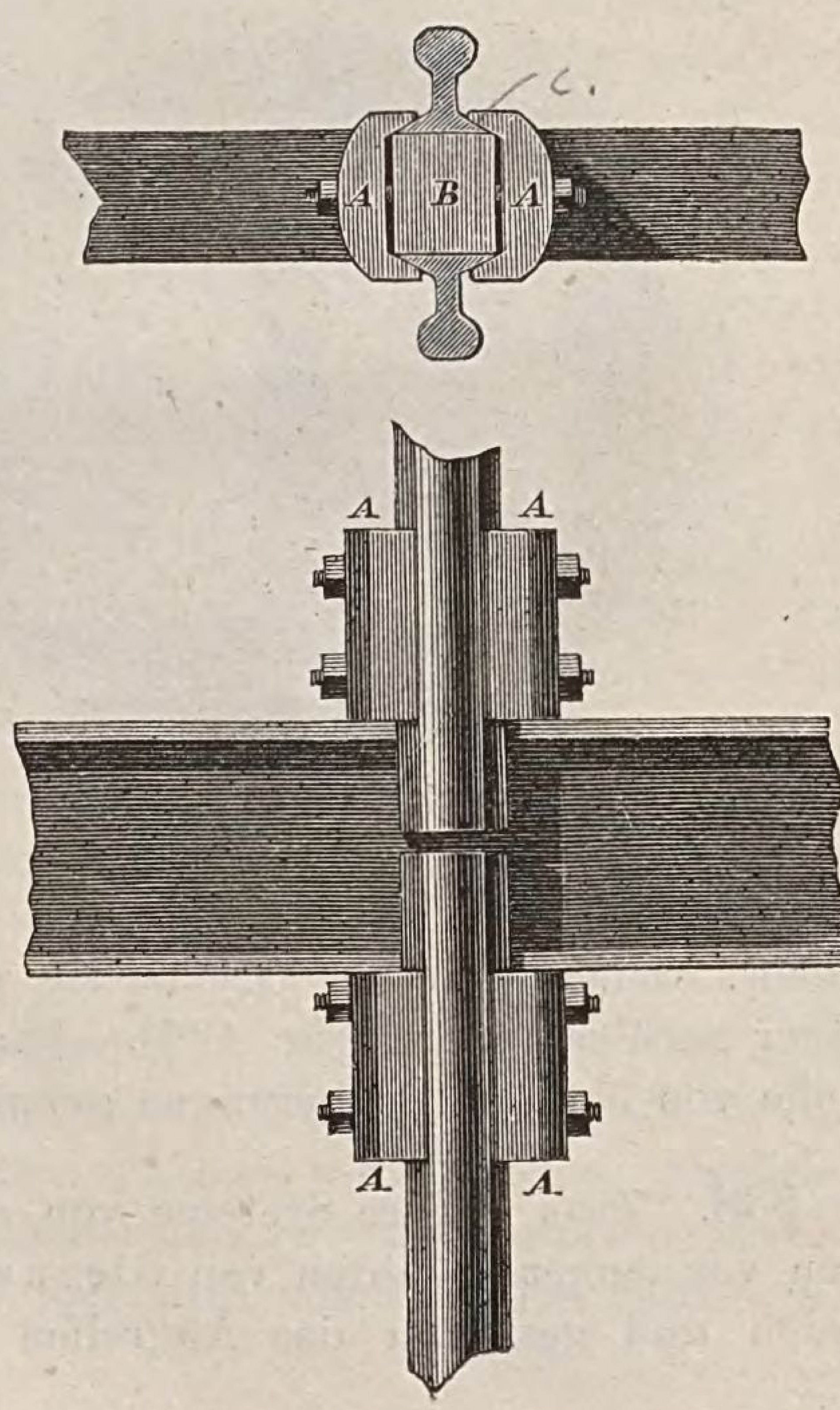
Ihre Verbindung mit den Trägern erfolgt auf folgende Weise (Fig. 424): Ueber Tage werden die Flügel der ⌶-Träger mit 0,01 m tiefen und 0,11 m breiten Einschnitten zur Aufnahme des Schienenfusses versehen. Diese Einschnitte müssen äusserst genau einander entsprechen. Auch müssen die Träger und Schie-

Fig. 423.



nen sehr sorgfältig zugerichtet sein. Wenn der Träger eingebaut ist, kommen die beiden einander gegenüberstehenden Schienen mit ihrem Fusse in die Einschnitte zu liegen. Sie

Fig. 424.



werden über und unter dem Träger von stählernen Kuppelungsklauen *AA* zusammengefasst, welche ihrerseits paarweise durch Schraubenbolzen verbunden sind und die Schienenfüsse durch eine Keilwirkung fest an die Träger anpressen. Hierdurch wird eine absolut sichere Befestigung der Schienen bewirkt.

Von den vier Schraubenbolzen, welche zum Zusammenhalten von 2 Paar Kuppelungsklauen gebraucht werden, gehen zwei, nämlich der oberste und der unterste, durch Gusseisenstücke *B* hindurch, welche zwischen die Schienen gebracht werden, um zu verhindern, dass dieselben durch das feste Zusammenziehen eine Biegung erleiden.

Die stählernen Führungsklauen der Gerippe sind 0,40 m lang, wodurch sie gegen Bruch oder Verschleiss hinreichend gesichert sind. Sie haben oben und unten einen starken, gerundeten Anlauf, damit an den Stossfugen der Leitungen keine Stösse entstehen.

837. Schachtleitungen aus starken Stahlschienen sind auch anderwärts in Anwendung zu finden, jedoch in einer von den Holzleitungen entliehenen Disposition.

Fig. 425 zeigt ein Beispiel von eiserner Stirnführung, bei welcher die Schienen einfach an die Einstriche angeschraubt sind. Die Stoss-

Fig. 425.

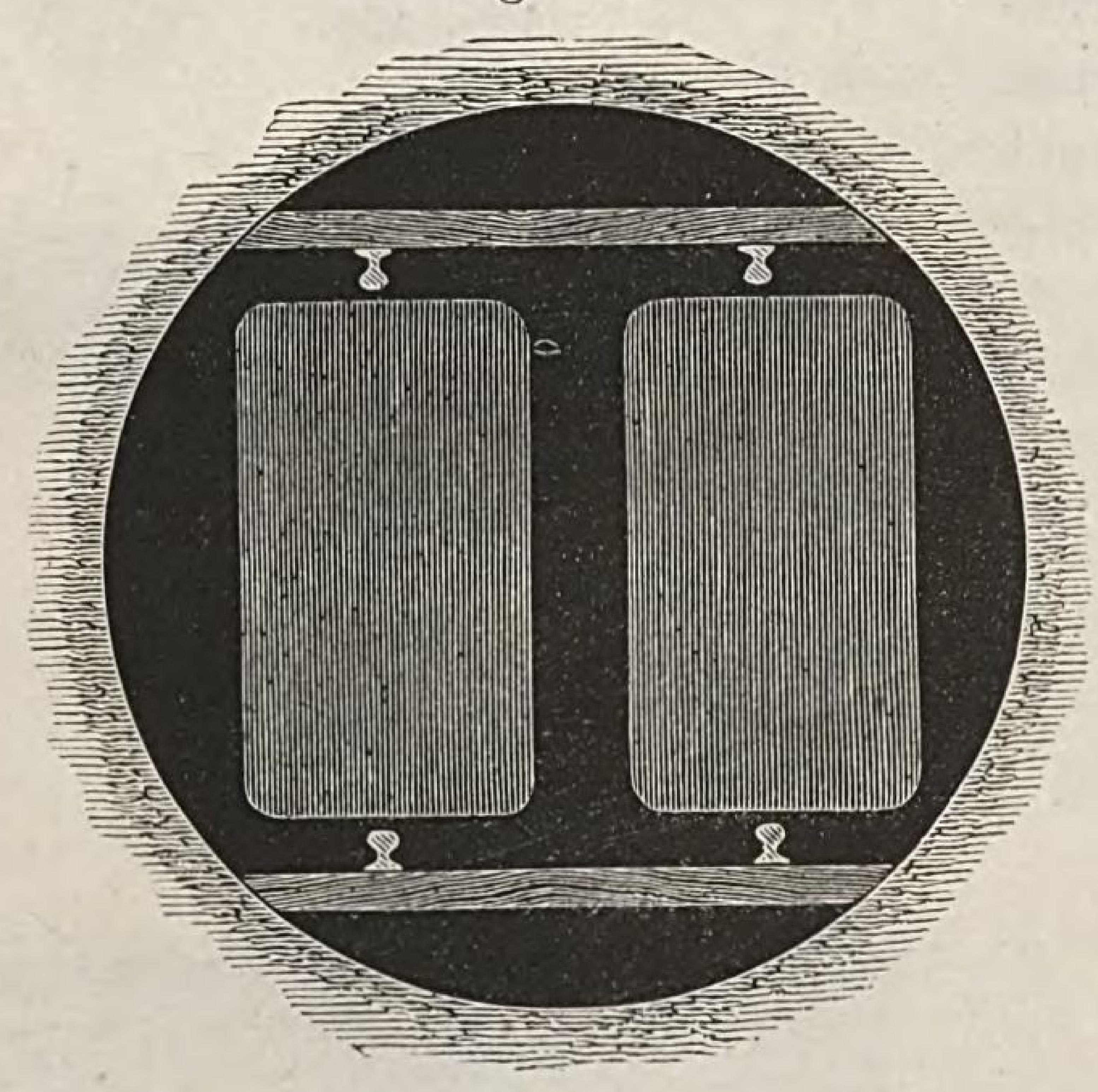
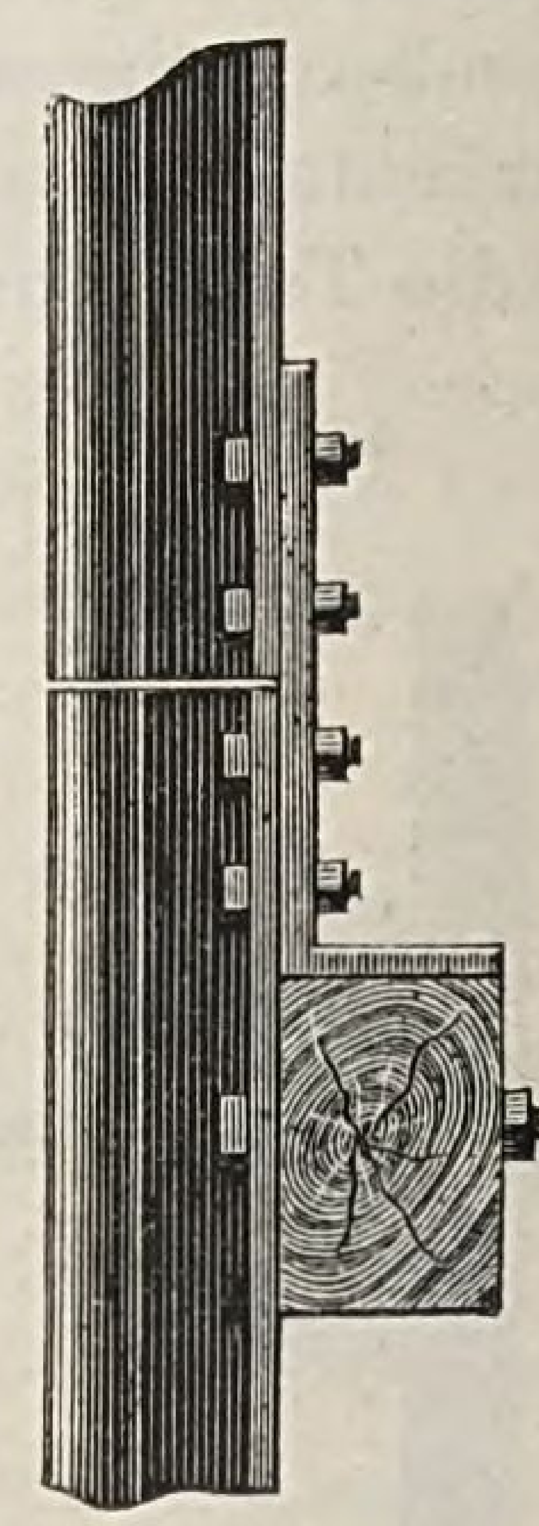


Fig. 426.



enden je zweier Schienen sind durch eine hintergelegte Lasche verbunden, welche letztere gleichzeitig dazu dient, die Last auf den Träger zu übertragen (Fig. 426). Die Förderkörbe haben Führungsschuhe von der für Holzleitungen gebräuchlichen Art.

838. Zwei andere Systeme von eisernen Schachtleitungen sind schon vor längeren Jahren von Biernaux und Hypersiel angegeben worden und gestatten das Angreifen von Fangvorrichtungen. Bei

dem ersten dieser beiden Systeme bestehen die Längsleitungen aus einem mit zwei seitlichen Flügeln versehenen U-Eisen. Die Flügel dienen zur Befestigung und kommen gegen die eisernen oder hölzernen Einstriche zu liegen. Jeder Flügel wird durch zwei durchgehende Schraubenbolzen mit dem Einstrich fest verbunden. Die Stösse der Leitungen sind ausserdem durch Stuhllaschen mit einander verbunden. Dies sind einfache Eisenplatten, welche an den Seitenrändern aufgebogen sind, so dass ein seitliches Nachgeben der Leitungen und dadurch herbeigeführtes Abscheeren der Schraubenbolzen verhindert wird. Oben setzt sich diese Stuhllasche in eine rechtwinkelig nach hinten gebogene Platte fort, welche auf dem Einstrich aufliegt und dazu dient, die Stösse auf eine grössere Befestigungsfläche zu vertheilen.

Fig. 427.

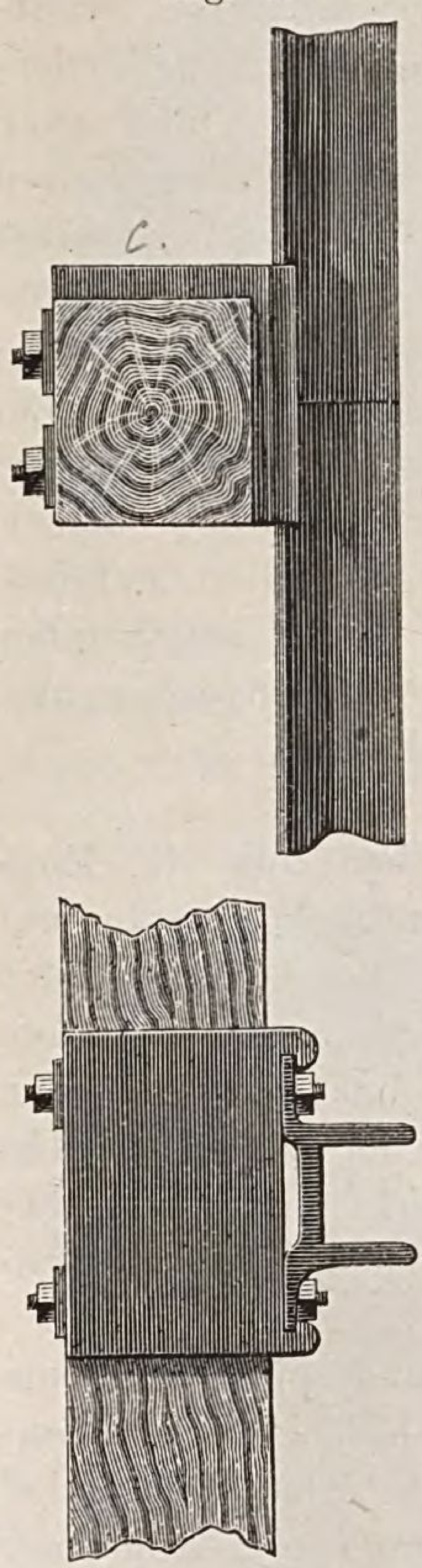
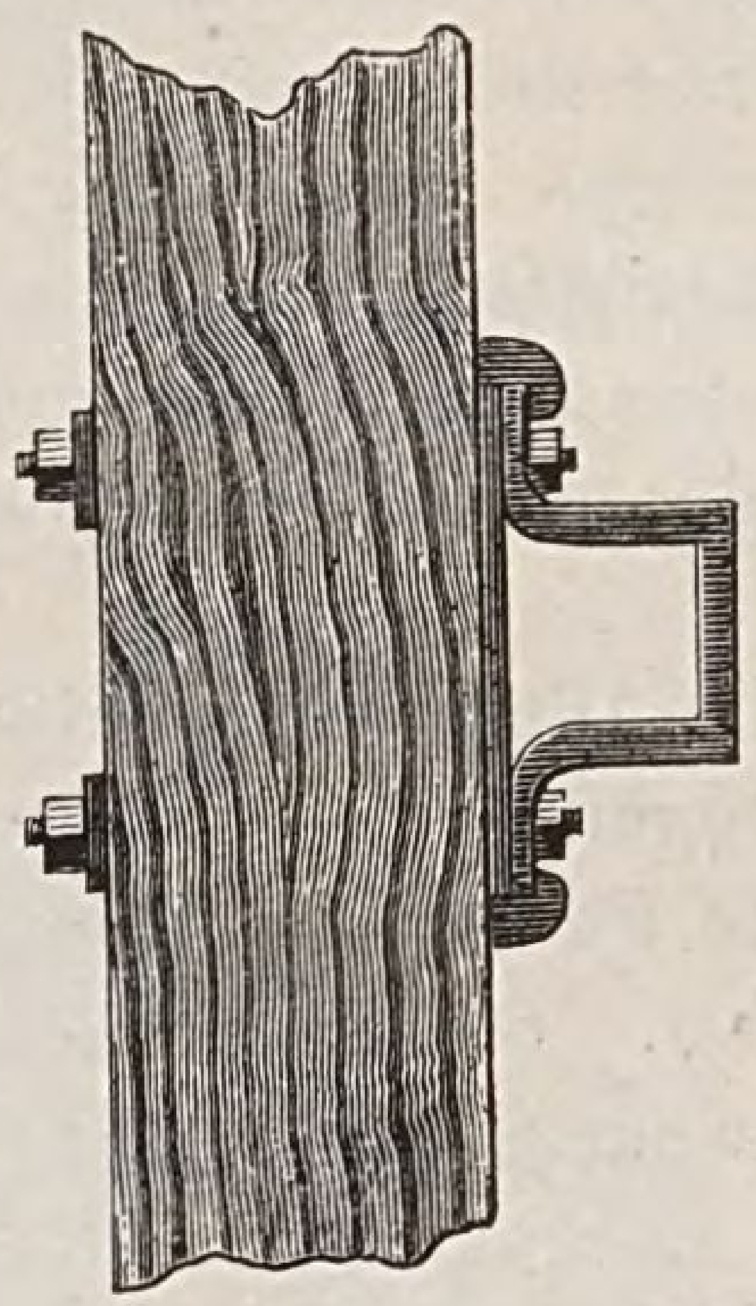


Fig. 428.



Das zweite System weicht von diesem ersteren nur in der Form der Längsleitungen ab. Diese bestehen wiederum aus U-Eisen mit seitlichen Flügeln, haben aber die letzteren am oberen Theile des U (Fig. 428). Der Führungsschuh ist hierbei genau derselbe, wie bei den alten Holzleitungen. Diese Disposition hat vor der ersteren den Vorzug, dass die beiden U-Schenkel der Längsleitungen sich in dem Widerstande gegen Stösse immer gegenseitig unterstützen, während bei dem nach vorn offenen U jeder Schenkel einzeln in Anspruch genommen wird. Dabei hat die zweite Disposition noch eine beträchtliche Gewichtsverminderung für sich.

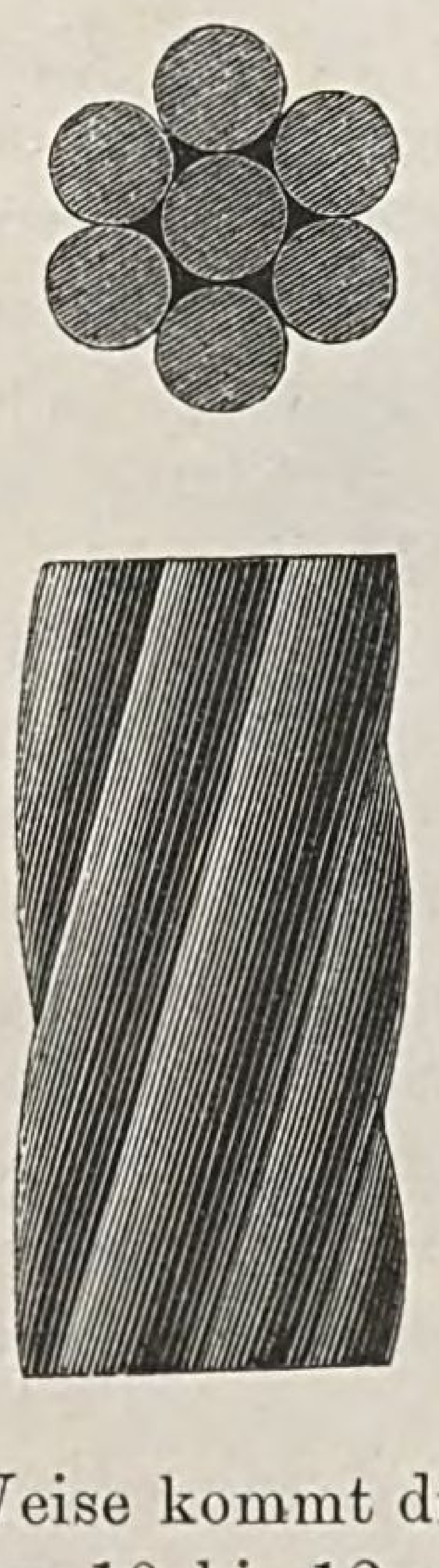
839. Die eisernen Schachtleitungen müssen von Zeit zu Zeit mit Theer oder steifem Oel geschmiert werden. Wenn der Schacht nicht sehr nass ist, braucht dies nur alle acht Tage zu geschehen, andernfalls muss die Schmiere alle drei bis vier Tage erneuert werden. Diese Arbeit ist indessen leicht und wird während der Pausen oder beim Schichtwechsel ausgeführt.

840. Drahtseilleitungen. — Die Construction dieser Schachtleitungen ist höchst einfach: Eisen- oder Stahldrahtseile sind von der Hängebank bis zur Sohle des Schachtes gespannt und dienen den Förderkörben zur Führung. Auf diese Weise kann der Schachtraum vollkommen frei, ohne jedes Holzwerk, bleiben.

841. Auf dem Continente (z. B. in Belgien) waren die Drahtseilleitungen ursprünglich nur für kleine Anlagen und geringe Fördergeschwindigkeiten zuweilen in Anwendung. In jüngerer Zeit aber ist in England diese Art von Schachtleitungen in den Einzelheiten der Construction so sehr vervollkommnet worden, dass sie dort selbst für die grössten Fördergeschwindigkeiten die bisher gebräuchlicheren Holzleitungen ganz verdrängen zu wollen scheint.

Die ersten Drahtseilleitungen bestanden aus solchen Drahtseilen, wie sie zur Förderung angewendet werden, d. h. sie waren aus einer grossen Zahl dünner Drähte zusammengedreht und in Folge dessen sehr biegsam. Jedes Gerippe wurde nur an zwei Seilen geführt. Dieselben waren im Schachttiefsten an ein starkes Gerüst angebunden und wurden über Tage, vom Seilscheibengerüste aus, durch Schrauben in Spannung gehalten.

Fig. 429.



842. Diese Einrichtung haben nun die Engländer folgendermaassen verbessert: Der erste und wichtigste Fortschritt betrifft die Beschaffenheit der Seile selbst. Statt sie, wie Förderseile, aus einzelnen Litzen, welche ihrerseits wieder aus vielen dünnen Drähten zusammengedreht sind, herzustellen, dreht man die Leitungsseile direct aus massiven Eisen- oder Stahlsehnen von 10 bis 12 mm Durchmesser zusammen.

Sechs solche starke Sehnen sind spiralförmig um eine als Seele dienende, gerade Mittelsehne gewunden (Fig. 429). Auf diese Weise erhält das Kabel eine grosse Steifigkeit und wird auch viel langsamer abgängig. Sobald nämlich bei einem Leitungskabel auch nur ein einziger Draht gebrochen ist, muss dasselbe sofort abgelegt und ersetzt werden. Natürlicher Weise kommt dies bei dünnen Drähten sehr häufig, bei massiven Sehnen von 10 bis 12 mm Dicke hingegen sehr selten vor.

Man sieht, die Engländer haben sehr richtig erkannt, dass bei der Verschiedenartigkeit der Anforderungen, welche einerseits an ein Förderseil, andererseits an ein Schachtleitungskabel gestellt werden, auch die Construction der beiden eine verschiedene sein müsse. Ein Förderseil muss möglichst biegsam, ein Führungskabel dagegen möglichst

steif sein. Die englischen Drahtseilleitungen sind denn auch eigentlich mehr starre Gestänge, als Seile; während früher, wie gesagt, Förderseile dazu genommen wurden.

Fig. 430.

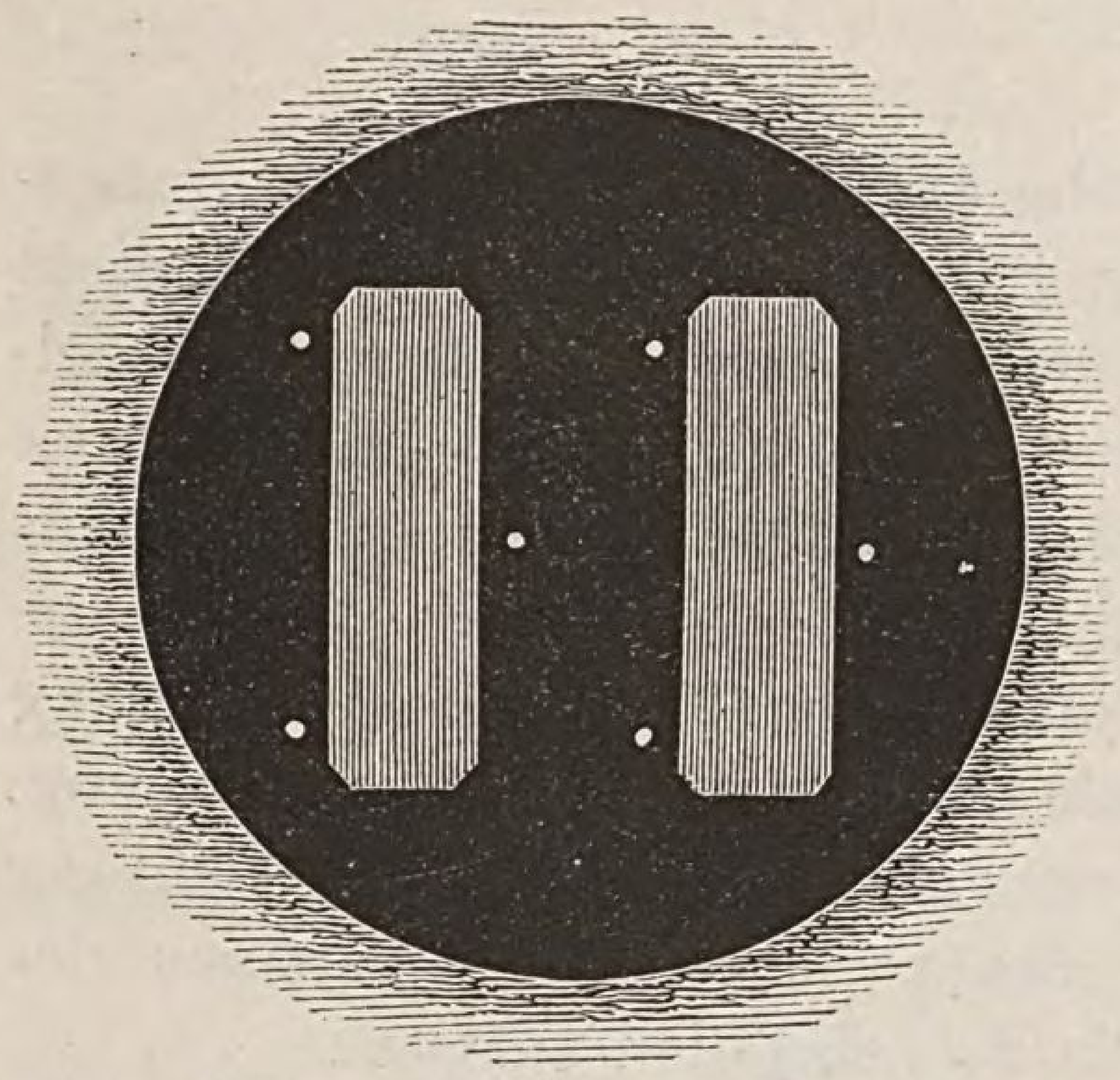
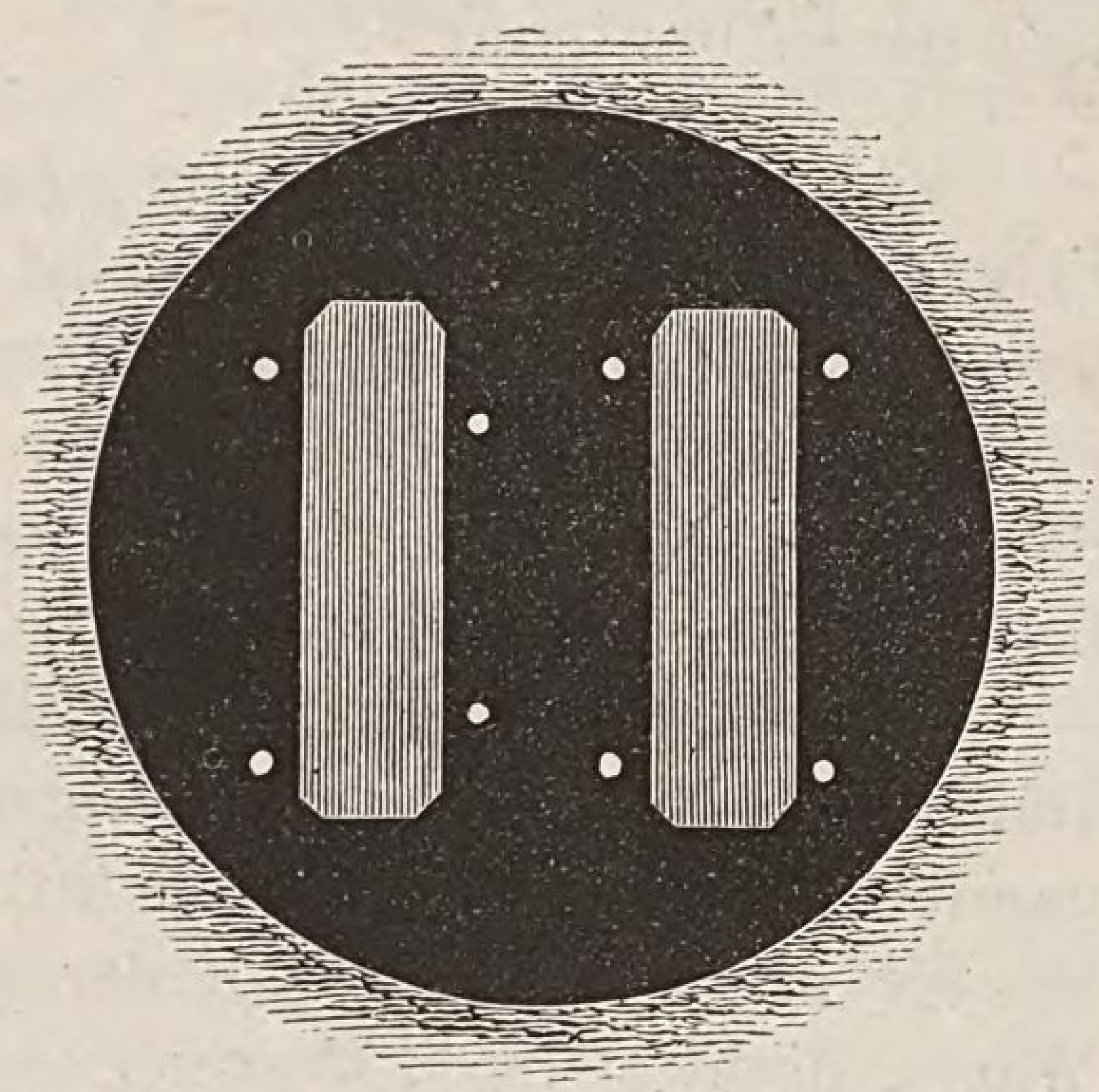
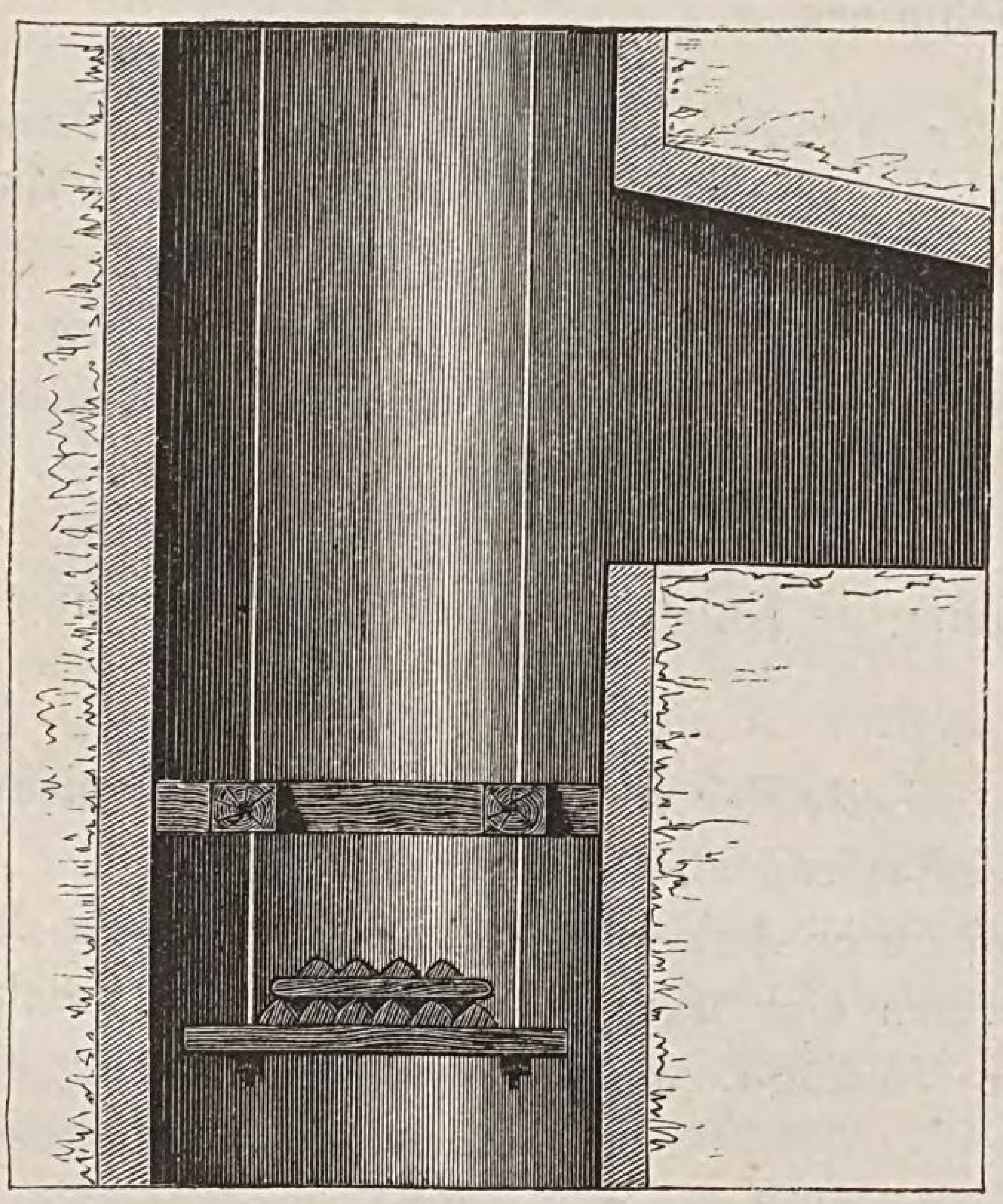


Fig. 431.



Eine zweite Verbesserung besteht in der grösseren Anzahl der Leitungen. Statt zweier Stränge wenden die Engländer deren drei (Fig. 430) oder vier (Fig. 431) für jeden Förderkorb an. Bei letzterer Anzahl muss dafür gesorgt werden, dass die inwendigen Kabel einander nicht genau gegenüberstehen, damit die Führungsgriffe der Förderkörbe bei der Bewegung nicht in Folge des Schwankens der Leitungen zusammenstossen. Die verbreitetste Disposition ist die in Fig. 431 dargestellte.

Fig. 432.



Ein dritter Punkt endlich, welchen die Engländer verbessert haben, ist die Art, die Kabel zu spannen. Statt mit Schrauben oder sonstigen Vorrichtungen, welche je nach der Temperatur eine verschiedene Spannung geben, erzielen die Engländer die Spannung durch unten angehängte Lasten.

Fig. 432 veranschaulicht dieses Verfahren. Unterhalb des Füllortes gehen die Kabel durch einen im Schachte festgelegten hölzernen

Rahmen hindurch, welcher den Abstand und die Stellung der einzelnen Kabel bestimmt. Unter diesem Rahmen hängt an den Kabeln eine starke Bühne mit so vielen aufgelegten Gewichten, dass die gewünschte Spannung erreicht wird. Die Spannung bleibt also immer gleichmässig und genau bestimmt.

843. Trotz der Spannung, welche auf diese Weise den Leitungskabeln gegeben werden kann, ist ein Schwanken derselben doch nicht ganz zu vermeiden. Es muss daher um die Gerippe ein gewisser Spielraum vorhanden sein, und zwar ein um so grösserer, je tiefer der Schacht ist. Die Engländer nehmen diesen Spielraum zu mindestens 0,40 m an *).

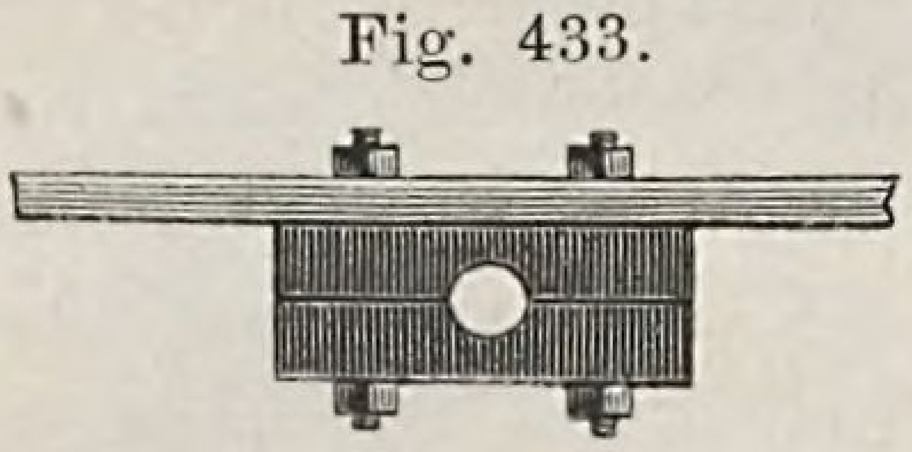
Das Schwanken der Drahtseilleitungen macht auch die Anbringung von Gegenleitungen an der Hängebank und den Füllörtern nothwendig, damit das Gerippe sich hier in ganz gerader, senkrechter Richtung bewegt und sich genau in der für das Abziehen und Aufstossen der Wagen nothwendigen Position auf die Schachtfallen aufsetzt.

Solche Gegenleitungen sind leicht zu entwerfen. Ein Beispiel wurde schon bei Besprechung der Holzleitungen vorgeführt. Es braucht also hier nicht weiter auf dieselben eingegangen zu werden.

844. Die Drahtseilleitungen erfordern, wie die anderen Eisenleitungen, eine periodische Schmierung.

845. Zur Führung der Fördergerippe an Drahtseilleitungen dienen Oesen, welche aus zwei Stücken bestehen und an die Böden der Gerippe angeschraubt sind (Fig. 433).

Fig. 433.



Die Oeffnungen dieser Oesen müssen sich nach oben und unten erweitern. Die Leitungskabel werden geschmiert oder getheert. Zuweilen stehen die Führungsösen mit Oelbüchsen in Verbindung, welche die Kabel während der Förderung beständig schmieren.

846. Die Vor- und Nachtheile der verschiedenen Schachtleitungssysteme lassen sich folgendermaassen zusammenfassen:

Holzleitungen geben bei guter Anlage während der ersten Jahre sehr gute Resultate. Sie nutzen sich aber verhältnissmässig rasch ab und verlieren dann alle ihre Vorzüge, werden unzuverlässig, gefähr-

*) Neuerdings modificirt man in England die Disposition von Fig. 431 sehr praktisch in der Weise, dass zwischen den beiden Förderkörben nur zwei Kabel herabhängen, und zwar frei, ohne von Führungsklauen umfasst zu werden. Diese Mittelseile verhindern das Zusammenstossen der Gerippe unter allen Umständen und letztere können viel näher zusammengerückt werden. L.

lich und bilden eine Quelle fortwährender Unannehmlichkeiten. Dazu kommt, dass die Reparatur einer abgenutzten Holzleitung sehr schwierig ist.

Dieser Nachtheil ist bei den von oben bis unten durchlaufenden Drahtseilleitungen nicht vorhanden. Der einzige Unfall, der hier zu befürchten steht, ist der Bruch eines Leitungskabels. Dieser Fall kommt jedoch selten vor und ist leicht wieder gut zu machen. Die Betriebsstörungen sind also weniger zahlreich und weniger empfindlich und die Leitung bleibt immer in dem ersten guten Stande. Eine Drahtseilleitung eignet sich auch ebenso gut für grosse Fördergeschwindigkeiten, wie eine Holzleitung. — Ihre Kosten sind geringer. Wenn man bei einer Holzleitung die Kosten der Einstriche und ihres Einbaues mitrechnet, — und dies ist nothwendig, da diese Stücke bei der Drahtseilleitung fortfallen, — so stellt sich die Holzleitung als ungefähr zehnmal theurer heraus, als eine Drahtseilleitung.

Letzteres System erfordert auch eine viel kürzere Zeit zur Herstellung. Auf der anderen Seite aber verlangt es weitere Schächte. Obgleich nämlich hier die Einstriche fortfallen, geht doch wegen des um die Förderkörbe zu lassenden Spielraumes mehr Platz verloren. Ferner ist nicht zu vergessen, dass für grosse Schachtteufen das Eigengewicht der Kabel, welche natürlich von oben bis unten gleichen Durchmesser haben müssen, schliesslich so gross wird, dass sie sich nicht mehr selbst tragen und dadurch unanwendbar werden. Dieser Punkt wird bei Besprechung der Förderseile noch näher erläutert werden.

Jedenfalls ist das System der Drahtseilleitungen gegenwärtig in England für neue Anlagen sehr beliebt. In der That ist es für weite Schächte von mittlerer Teufe das ökonomischste sowohl in der Anlage wie in der Unterhaltung; ihr Functioniren lässt ausserdem selbst bei den grössten Fördergeschwindigkeiten nichts zu wünschen übrig.

Schachtleitungen aus Profileisen sind bis jetzt noch weniger verbreitet. Gut angelegte Leitungen dieser Art scheinen jedoch geeignet, in Zukunft für grosse Teufen sowohl die Holz- wie die Drahtseilleitungen zu verdrängen. Die nach dieser Richtung bisher gemachten Versuche haben sich vollständig bewährt.

Bei der gegenwärtigen Betrachtung sind die sogenannten Fangvorrichtungen noch gänzlich unerwähnt geblieben. Es sind dies Apparate, welche im Falle eines Förderseilbruches das Gerippe an den Leitungen festhalten sollen. Auf diese Apparate wird später zurückgekommen werden. Hier mag nur gesagt sein, dass sie eine werthvolle Sicherheit höchstens bei Holzleitungen bieten, obwohl auch für die anderen Leitungen gewisse Systeme construirt worden sind.

§. 3.

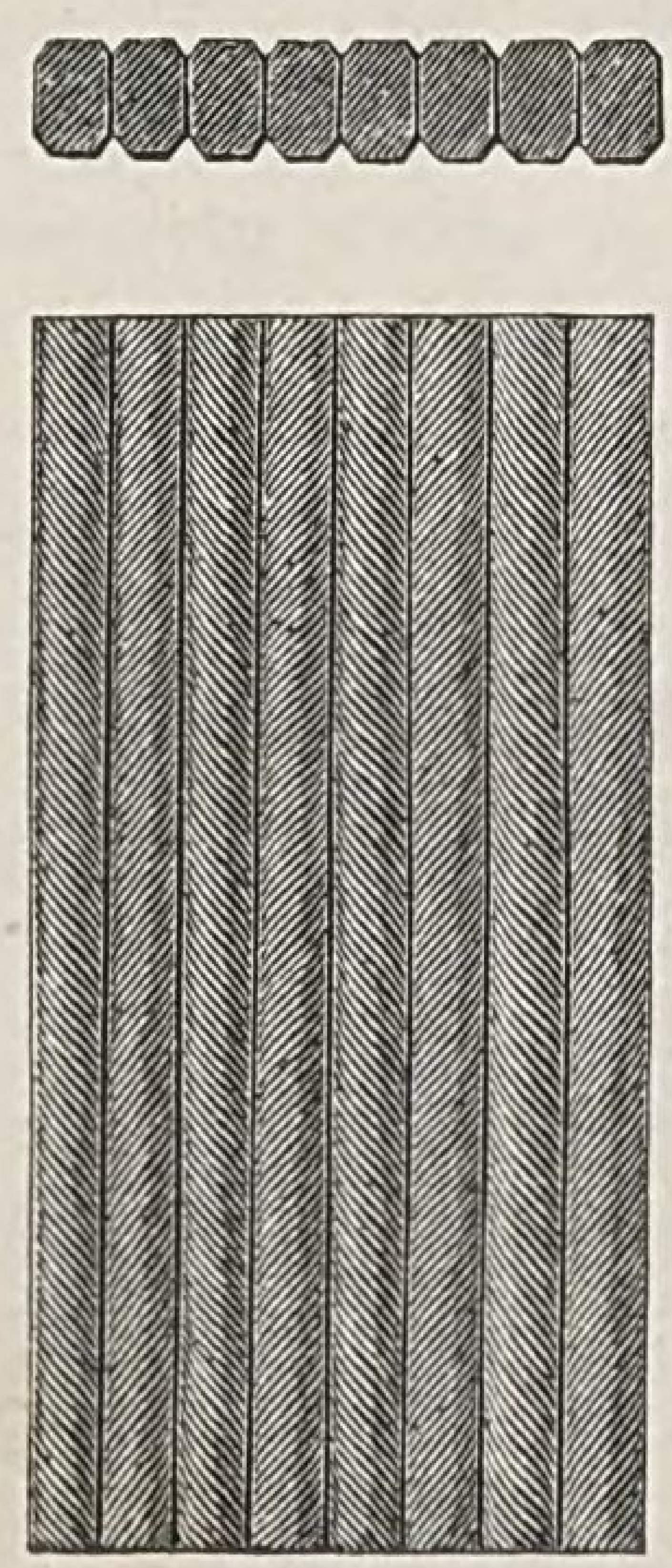
Förderseile.

847. Die zum Auf- und Abwinden der Förderkörbe dienenden Seile können Bandseile aus Hanf, Aloëfaser, Eisen- oder Stahldraht, sowie Rundseile aus Eisen- oder Stahldraht sein.

Eine Vergleichung des Werthes dieser verschiedenen Seilarten wird zweckmässig bis nach Betrachtung der Fördermaschinen und der beim Aufwickeln der Seile auftretenden Bedingungen zu verschieben sein. Hier sollen nur die nöthigen beschreibenden Angaben über die einzelnen Förderseilarten Platz finden.

848. Hanf- und Aloëbandseile. — Die Hanf- oder Aloëfasern sind zu Garnfäden zusammengedreht. Mehrere zusammengedrehte Garne bilden Litzen und diese Litzen endlich werden wieder zu Rundseilen zusammengedreht.

Fig. 434.



Das Bandseil entsteht nun durch Nebeneinandernähen von mehreren Rundseilen. Diese einzelnen Strähne müssen unter einander genau gleich sein, damit sie sich bei gleicher Belastung sämmtlich gleich stark längen. Dies, sowie ein gleichmässig festes Zusammennähen sind wesentliche Bedingungen für das gute Functioniren des Bandseiles.

Die das Bandseil zusammensetzenden Rundseile müssen von gerader Zahl und abwechselnd in entgegengesetztem Sinne gedreht sein, so dass das Ganze das Ansehen einer Tresse erhält (Fig. 434). Diese Anordnung soll dem Bestreben der einzelnen Rundseile, sich unter dem Zuge der Last aufzudrehen, entgegenwirken.

849. Ursprünglich machte man die platten Förderseile aus 6 Rundseilen; gegenwärtig jedoch zieht man die Zusammensetzung aus 8 schwächeren Strähnen vor. Hierdurch wird bei gleichem Querschnitt die Dicke geringer und die Breite grösser, in Folge dessen sind die Seile biegsamer und halten bei gleichem Aufwickelungsdurchmesser länger. Auch ist die Controlirung des verwendeten Materials leichter und die Last besser vertheilt.

850. Aloëseile wiegen bei gleicher Tragfähigkeit ungefähr $^1/_8$ weniger als Hanfseile und haben eine regelmässigere Faser. Sie sind deshalb auch mehr gebräuchlich als diese. Die zulässige Traglast beträgt pro Kilogramm Gewicht des laufenden Meters bei Hanf 600 bis

800 kg, bei Aloëfaser 700 bis 900 kg. Ein Hanfseil von 6 kg Gewicht pro laufenden Meter kann demnach eine Gesammtlast von 3600 bis 4800 kg, ein Aloëseil von gleichem Gewichte hingegen eine solche von 4200 bis 5400 kg tragen.

851. Die Hanf- und Aloëseile müssen, soweit sie mit Wasser in Berührung kommen, geschmiert oder getheert werden und zwar geschieht das Theeren schon mit den Fasern selbst, vor der Fabrikation des Seiles. Hierbei nimmt der Hanf 15 Proc., die Aloëfaser 13 Proc. des Eigengewichtes an Theer auf.

852. Die Bemessung des Querschnitts der Seile hängt von der daran zu hängenden Last und von der Länge ab, denn wenn das Seil bis zum Schachttiefsten abgewickelt ist, hat natürlich der oberste Theil ausser dem Gewichte des Förderkorbes, der Förderwagen und der Ladung auch das ganze Gewicht des Seiles selbst zu tragen und dies ist oft viel grösser als das der unten angehängten Last.

Zur Berechnung des einem Aloëseile zu gebenden Querschnitts dienen folgende Elemente:

1. Die grösste für ein neues Aloëseil zulässige Belastung beträgt 60 kg pro Quadratcentimeter Querschnitt. Nach einiger Zeit des Gebrauches findet man, dass das Seil sich verdichtet hat und sein Querschnitt geringer geworden ist. Es kommen dann von der nach vorstehender Angabe normirten Belastung 80 kg auf den Quadratcentimeter, was ungefähr $^1/_8$ der zum Zerreissen des Seiles erforderlichen Belastung ist.

2. Das Gewicht eines laufenden Meters Aloëseil ist ungefähr 0,10 kg pro Quadratcentimeter Querschnitt, wenn die Fasern getheert sind, und 0,08 kg, wenn dies nicht der Fall ist.

3. Die Breite eines aus 6 Rundseilen bestehenden Bandseiles ist nicht sechs-, sondern fünfmal so gross als seine Dicke. Bandseile von 8 Rundseilen sind nur sechsmal so breit als dick. Dies rührt daher, dass die Strähne durch das Nähen seitlich zusammengedrückt werden, wie auch in Fig. 434 im Querschnitt zu sehen ist.

Beispiel zur Berechnung eines Seilquerschnittes: Es sei ein in der Faser getheertes Aloëbandseil von sechs Rundseilen zu berechnen, welches aus 200 m Teufe eine Last (todte und Nutzlast) von 2500 kg zu heben hat.

Da ein Aloëseil 0,10 kg pro laufenden Meter und Quadratcentimeter Querschnitt wiegt, so hat jeder Quadratcentimeter des obersten Seilstücks beim tiefsten Stande des Förderkorbes ein Seilgewicht von

$$0{,}10 \,.\, 200 = 20 \text{ kg}$$

zu tragen. Da die Gesammtbelastung bei dem neuen Seile 60 kg pro Quadratcentimeter nicht übersteigen darf, so bleiben für die Last noch 40 kg pro Quadratcentimeter.

Dividirt man nun die Last (2500 kg) durch diese Zahl 40, so ergiebt sich der nothwendige Querschnitt des Seiles zu

$$\frac{2500}{40} = 62{,}5 \text{ qcm.}$$

Wenn die Dicke des Seiles mit e bezeichnet wird, so ist die Breite $5\,e$, also der Querschnitt

$$e \,.\, 5\,e = 62{,}5$$

oder

$$5\,e^2 = 62{,}5.$$

Hieraus folgt

$$e = 3{,}5.$$

Das Seil wird also 35 mm dick und 5 . 35 = 175 mm breit. Es wiegt pro laufenden Meter

$$62{,}5 \,.\, 0{,}10 = 6{,}25 \text{ kg}$$

und in der ganzen Länge von 200 m:

$$6{,}25 \,.\, 200 = 1250 \text{ kg.}$$

Das oberste Stück hat demnach zu tragen

$$2500 + 1250 = 3750 \text{ kg,}$$

was pro Quadratcentimeter Querschnitt eben jene Maximalbelastung ergiebt, von welcher die Rechnung ausging.

Um den Einfluss der Förderteufe auf den Querschnitt der Seile zu zeigen, mag dieselbe Berechnung für eine Teufe von 400 m durchgeführt werden:

Da 1 m Seil 0,10 kg pro Quadratcentimeter Querschnitt wiegt, so hat jeder Quadratcentimeter des obersten Seilstückes an Seillast

$$0{,}10 \,.\, 400 = 40 \text{ kg}$$

zu tragen. Da 60 kg Belastung nicht überschritten werden dürfen, so bleiben für die anzuhängende Last noch 20 kg pro Quadratcentimeter übrig. Durch Division dieser Last (2500 kg) mit 20 erhält man den nothwendigen Querschnitt des Seiles zu

$$\frac{2500}{20} = 125 \text{ qcm.}$$

Man hat also, wenn e die Dicke ist,

$$e \,.\, 5\,e = 125$$

$$5\,e^2 = 125$$

$$e = 5.$$

Das Seil wird somit 5 cm dick und 25 cm breit. Es wiegt 12,5 kg pro laufenden Meter, für die 400 m folglich 5000 kg.

Das oberste Stück hat zu tragen:

$$2500 + 5000 = 7500 \text{ kg.}$$

Endlich soll dieselbe Rechnung noch für eine Teufe von 600 m angestellt werden. In diesem Falle hat jeder Quadratcentimeter des Seilquerschnitts an Seillast zu tragen:

$$0{,}40 \cdot 600 = 60 \text{ kg}.$$

Dies ist aber schon die grösste überhaupt zulässige Belastung; es bleibt daher nichts für die unten anzuhängende Last übrig, das Seil kann nur mehr sein eigenes Gewicht mit der nöthigen Sicherheit tragen.

853. Diese Schwierigkeit wird dadurch umgangen, dass man den Querschnitt des Seiles nach unten hin abnehmen lässt. Man setzt es aus Stücken von beispielsweise 100 m Länge zusammen, deren Querschnitt jedesmal der zu tragenden Last entspricht.

Die Berechnung ist hier für jedes Stück dieselbe wie vorher für das ganze Seil. Man sucht zunächst den für die untersten 100 m erforderlichen Querschnitt, sodann den für die zweiten 100 m erforderlichen und so fort bis zu dem obersten Stück. Jedes Stück hat 100 m Seillast mehr zu tragen als das nächsttiefere.

Mit derartig construirten Seilen kann man bis zu sehr grosser Teufe gehen. Um die Bedeutung dieser Methode noch besser vor Augen zu stellen, mag für den vorher betrachteten Fall einer Teufe von 400 m und einer Last von 2500 kg nun auch ein Seil von abnehmendem Querschnitt berechnet werden.

Für das gleichmässige Seil ergab sich ein Gewicht von im Ganzen 5000 kg, also von 12,50 kg pro laufenden Meter. Wird nun statt dessen das Seil aus vier Stücken von je 100 m Länge und verschiedenem Querschnitt hergestellt, so ergeben sich die folgenden Zahlen:

	Länge m	Querschnitt qcm	Gewicht pro laufenden Meter kg	Gewicht des 100 m langen Stückes kg	Belastung am obersten Punkte des Stückes kg
Erstes Stück . .	100	50	5	500	3000
Zweites „ . .	100	60	6	600	3600
Drittes „ . .	100	72	7,2	720	4320
Viertes „ . .	100	86,5	8,65	865	5185
Gesammtlänge .	400				
Mittleres Gewicht pro laufenden Meter			6,71		
Gesammtgewicht				2685	

Der Vergleich zwischen beiden Systemen stellt sich demnach wie folgt:

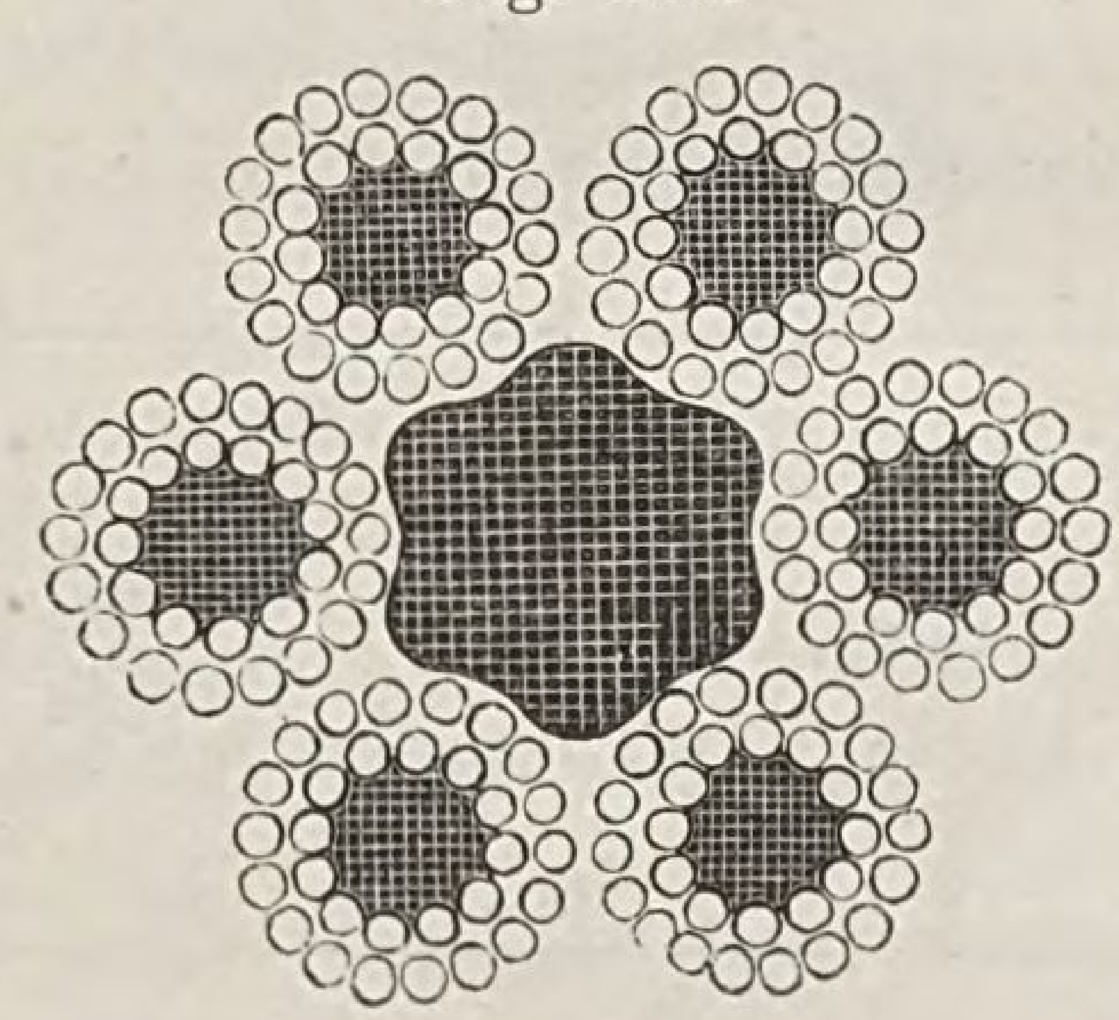
	Mittleres Gewicht pro laufenden Meter	Gesammtgewicht	Preis (1,50 Frcs. = 1,20 Mk. pro Kilogramm)
Seil von gleichmässigem Querschnitt	12,5 kg	5000 kg	7500 Frcs. (6000 Mk.)
Seil von abnehmendem Querschnitt	6,71 „	2685 „	4027 „ (3221 „)

854. In Wirklichkeit lassen sich noch günstigere Zahlen erlangen, weil die Seilfabrikanten jetzt sogar Seile von continuirlich und gleichmässig abnehmendem Querschnitt herstellen. Ein solches Seil würde für den oben betrachteten Fall im Mittel nur 6 kg pro laufenden Meter wiegen.

855. Runde Eisen- und Stahldrahtseile. — Die Construction dieser Seile ist folgende:

Eine Anzahl Eisen- oder Stahldrähte wird um eine Seele von Draht oder von Hanf- oder Aloëfaser zusammengedreht. Hieraus entstehen kleine Rundseile, die Litzen. Mehrere solcher Litzen werden ihrerseits wiederum um eine stärkere Seele herum zusammengedreht und bilden das fertige Seil (Fig. 435).

Fig. 435.



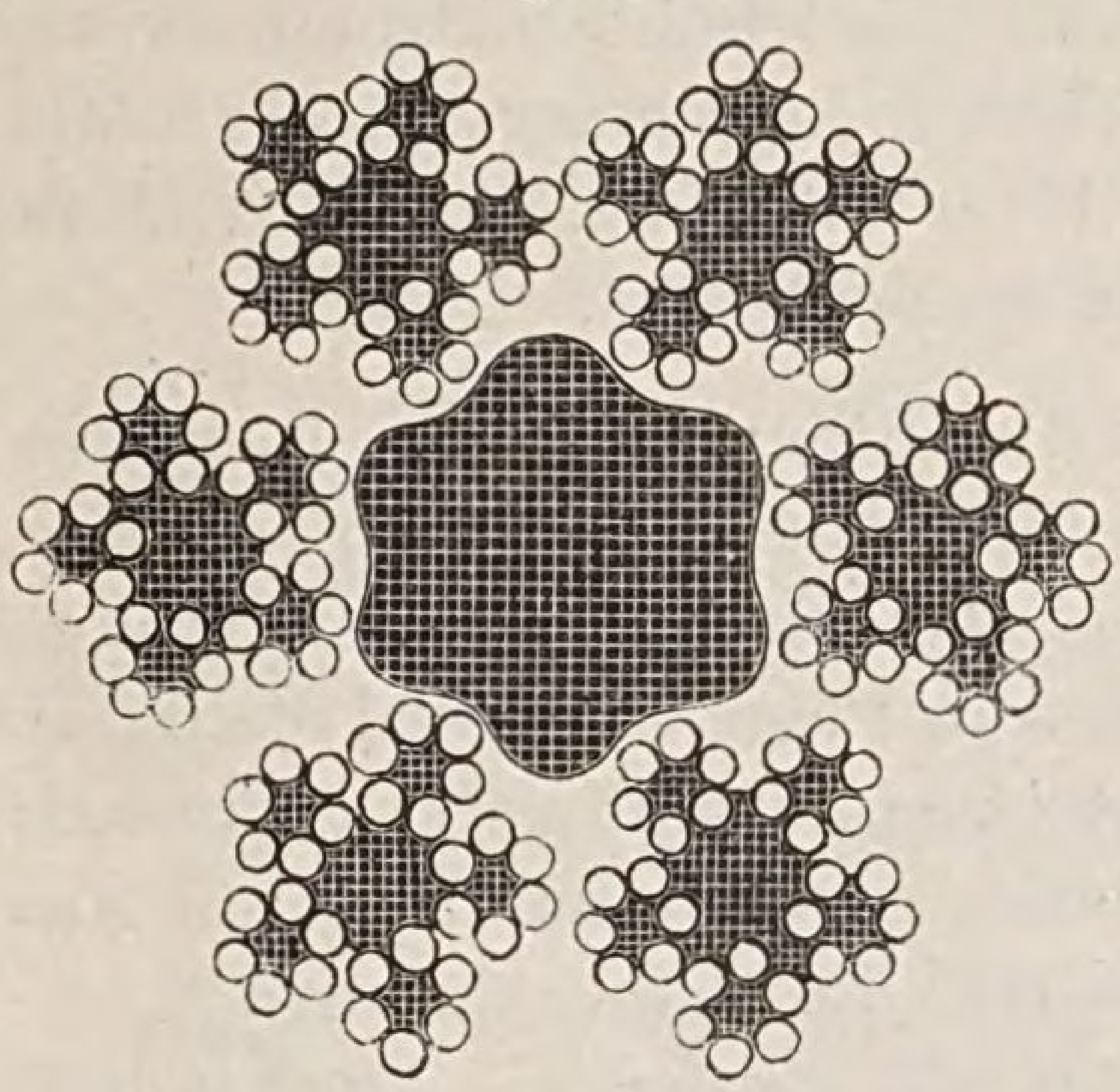
856. Ein Seil von gegebenem Durchmesser kann entweder aus vielen dünnen oder aus weniger, aber dickeren Drähten zusammengesetzt werden. Hieraus entsteht der Unterschied in der Biegsamkeit der Drahtseile. Ein Drahtseil ist um so biegsamer, aus je feineren Drähten es zusammengesetzt ist.

Auch die Seele hat Einfluss auf die Biegsamkeit. Die Engländer machen dieselbe aus Draht, während die deutschen Fabrikanten vorzugsweise Hanf- oder Aloëfaser nehmen; das Seil wird im letzteren Falle weniger steif.

857. Fig. 436 zeigt eine andere Construction für runde Drahtseile. Dieselbe ist auf der Grube Collard der Gesellschaft Cockerill zu

Seraing eingeführt worden und hat sich ausserordentlich bewährt. Das Seil besteht hier nicht aus sechs Litzen, sondern aus sechs Einzelseilen, welche ihrerseits wieder aus je fünf Litzen von je sechs Drähten zusammengedreht sind. Jedes Zusammendrehen von Einzeltheilen erfolgt um eine Seele von Hanf.

Fig. 436.



Bei diesem Seile sind und bleiben alle Drähte sowohl bei der einfachen Belastung wie bei der Biegung gleichmässig beansprucht. Die Biegsamkeit ist eine bedeutende und das gleichmässige Arbeiten der sämmtlichen Drähte trägt zur längeren Haltbarkeit des Seiles bei.

858. Die Eisen- und noch mehr die Stahldraht-Rundseile können ganz vorzüglich functioniren. Sie sind bei gleicher Tragfähigkeit viel leichter als Aloëseile. In Deutschland und England sind sie allgemein im Gebrauch.

Sie erfordern übrigens grosse Durchmesser zum Aufwickeln, doch ist in dieser Beziehung das Kaliber der Drähte von Einfluss. Die Rechnung ergiebt, dass für Stahldrahtseile der Aufwickelungsdurchmesser D im Vergleich zu dem Drahtdurchmesser d mindestens der Formel

$$D = 2115\,d$$

entsprechen muss.

So wäre z. B. für ein aus acht Litzen von je acht Drähten von 2,75 mm Durchmesser zusammengesetztes Seil der geringste Aufwickelungsdurchmesser:

$$D = 2115 \,.\, 0{,}00275$$
$$D = 5{,}80 \text{ m.}$$

Wollte man dieses Seil auf eine Trommel von geringerem Durchmesser aufwickeln, so würde ein zu starker Widerstand, eine zu starke Inanspruchnahme und ein zu starker Verschleiss daraus entstehen.

859. Der den Drahtseilen zu gebende Querschnitt oder vielmehr die nothwendige Zahl ihrer Drähte wird ganz ähnlich berechnet, wie dies für die Aloëseile gezeigt wurde; dabei ist zu bemerken: 1) dass die Drähte eines eisernen Rundseiles nicht mehr als 6 kg Belastung auf den Quadratmillimeter Querschnitt erhalten dürfen, entsprechend ungefähr einer achtfachen Sicherheit gegen die Zerreissung; 2) dass bei Stahldraht diese Belastung nicht mehr als 13 kg betragen darf, entsprechend einer ebenfalls achtfachen Sicherheit.

Auch die Drahtseile werden für grosse Teufen mit abnehmendem Querschnitt hergestellt. Indessen liegt wegen des verhältniss-

mässig geringen Gewichtes dieser Seile die Grenze, bis zu welcher man mit „cylindrischen" Seilen gehen kann, hier in viel bedeutenderer Teufe als bei Aloëseilen.

So beträgt die Teufe, bei welcher ein Stahldrahtrundseil von gleichmässigem Querschnitt keine angehängte Last mehr mit der nöthigen Sicherheit tragen könnte, etwa 1500 bis 2000 m, während für Aloëseile diese Grenze schon bei 600 m erreicht wird.

860. Bandseile von Eisen- oder Stahldraht. — Diese sind weniger gebräuchlich als die vorigen. Für gleiche Tragfähigkeit fallen sie schwerer aus als runde Drahtseile. Die Drähte arbeiten weniger gleichmässig als bei diesen und man kann in Folge dessen bei Stahldraht nur eine Maximalbelastung von 10 kg pro Quadratmillimeter Querschnitt annehmen. Die Aufwickelung auf Bobinen ergiebt auch nicht die Ausgleichung der Lastmomente, von der später die Rede sein wird *).

Die Bandseile von Eisen- oder Stahldraht werden wie Aloëbandseile fabricirt, d. h. sie werden aus einer Anzahl von neben einander genähten Rundseilen zusammengesetzt. — Auch die Banddrahtseile können mit abnehmendem Querschnitt hergestellt werden.

861. Um eine nähere Vorstellung von der Verschiedenheit der Zahlen, welche man mit den verschiedenen Förderseilarten erhält, zu geben, möge die folgende Tabelle aus einer umfassenden Arbeit von Havrez über die Fördermaschinen (Revue universelle des mines, Bd. XXXIII, S. 86) entnommen werden. Es ist dabei eine angehängte Last von 3100 kg und eine Teufe von 1000 m zu Grunde gelegt.

Verhalten des Querschnitts	Ganzes Seilgewicht			Mittleres Gewicht pro laufenden Meter			Preis des Seiles		
	Stahldrahtrundseil kg	Stahldrahtbandseil kg	Aloëbandseil kg	Stahldrahtrundseil kg	Stahldrahtbandseil kg	Aloëbandseil kg	Stahldrahtrundseil Frcs.	Stahldrahtbandseil Frcs.	Aloëbandseil Frcs.
Gleichmässig	6300	23000	unmöglich	6,30	23	—	9450	41400	—
Abnehmend von 100 zu 100 m . .	3060	4650	9817	3,06	4,65	9,82	4590	8370	15697
Continuirlich und gleichmässig abnehmend .	2508	3563	8658	2,51	3,56	8,66	3762	6413	13853

*) Ein wichtiger Nachtheil der Banddrahtseile ist auch der bedeutende Verschleiss durch Reibung beim Aufwickeln auf die Bobinen. L.

Aus den Zahlen dieser Tabelle lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1. Seile von gleichmässigem Querschnitt, auch Rundseile, sind für Teufen von 1000 m ungeeignet.

2. Das Bandseil von Stahldraht mit von 100 zu 100 m abnehmendem Querschnitt ist anderthalbmal schwerer als das ebensolche Rundseil. Das Aloëseil von continuirlich abnehmendem Querschnitt ist fast dreimal so schwer, als das von 100 zu 100 m abnehmende Rundseil von Stahldraht.

3. Das runde Stahldrahtseil mit continuirlich abnehmendem Querschnitt ist ungefähr drei und einhalbmal leichter und billiger als das Aloëseil.

Die Aufwickelung der Seile wird später erst besprochen werden.

862. Verbindung des Förderkorbes mit dem Förderseile. — Diese Verbindung ist ein Punkt von Wichtigkeit.

Fig. 437.

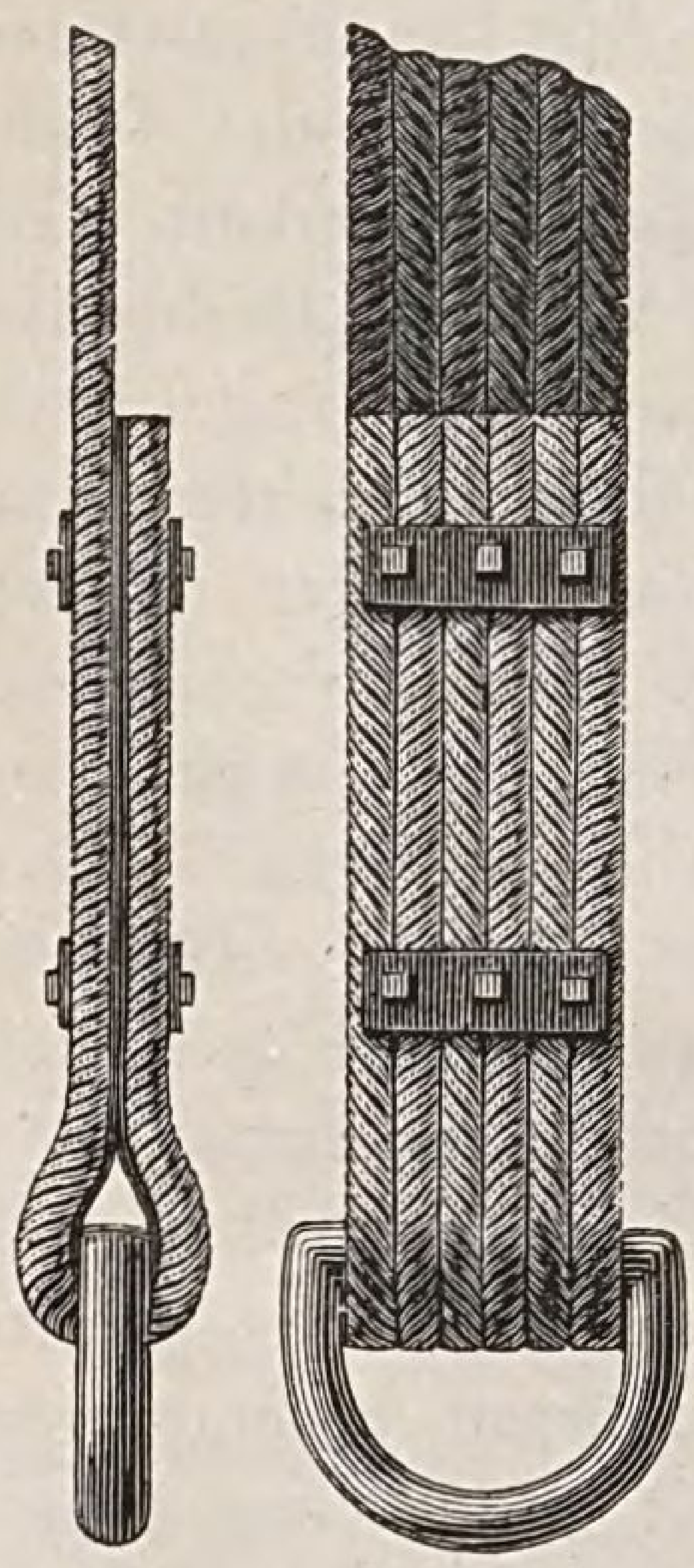


Fig. 438.

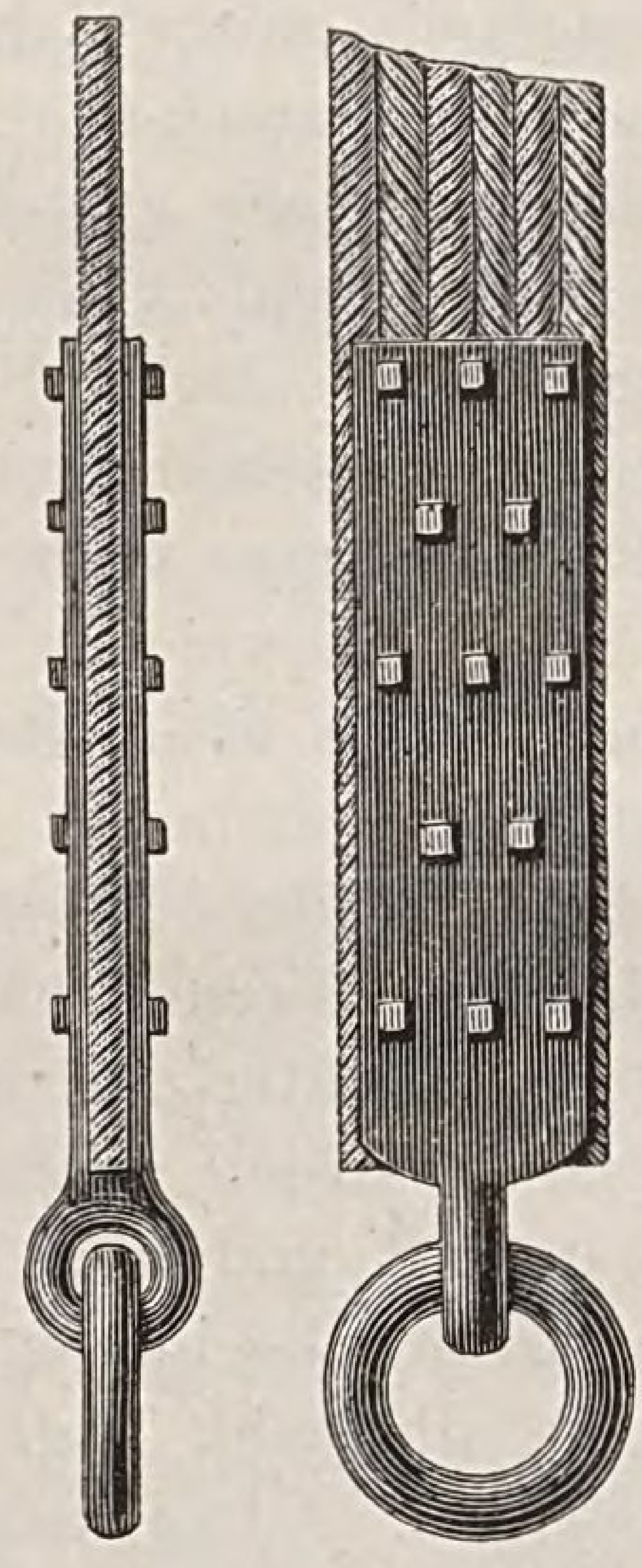
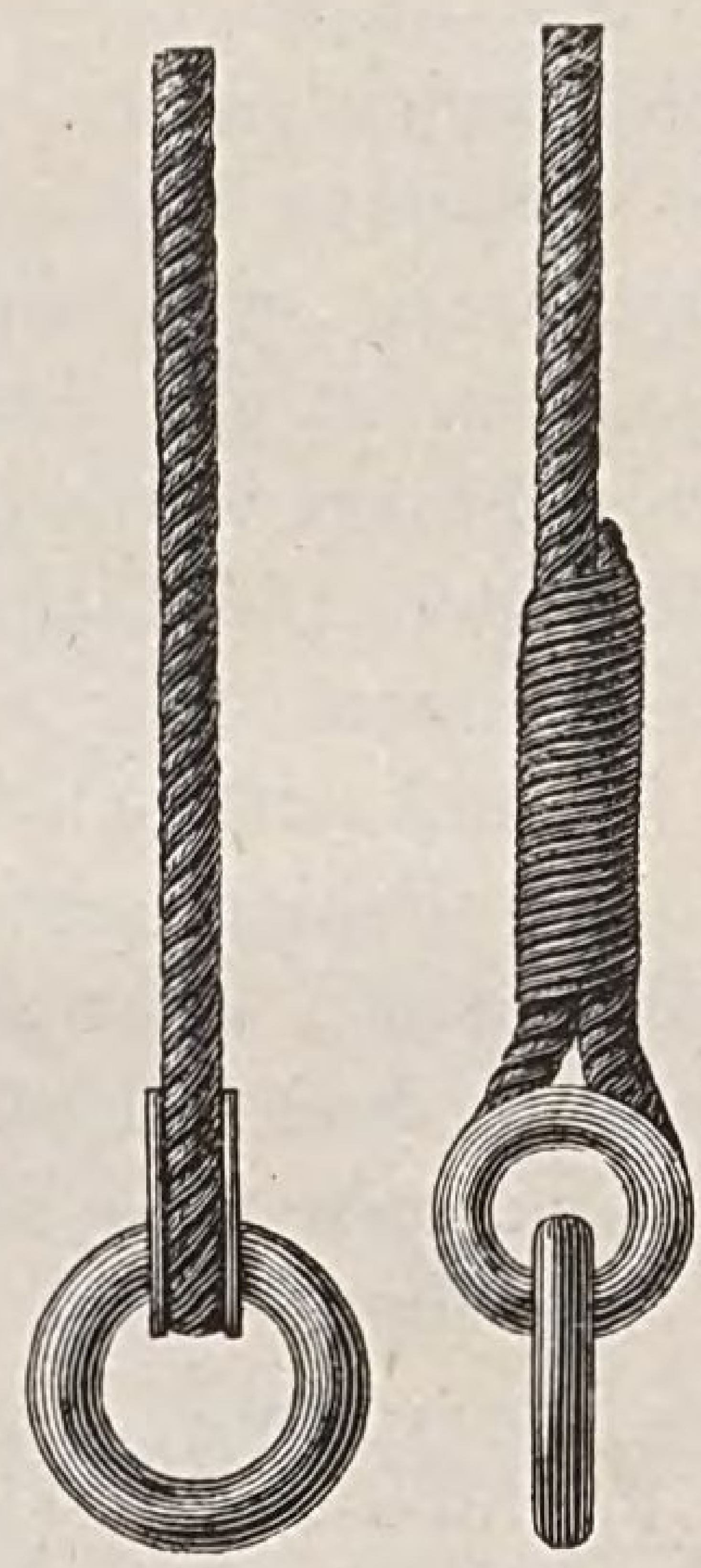


Fig. 439.



Bei Bandseilen hat man die beiden in den Figuren 437 und 438 dargestellten Befestigungsweisen. In dem grossen Ringe hängen die Zwieselketten. Die Methode der Fig. 438 hat den Vorzug, dass die Umbiegung des Seiles, durch welche die betreffende Stelle stark leidet, vermieden wird.

Rundseile schlingt man um einen mit Hohlkehle versehenen eisernen Ring und klemmt oder bindet die doppelt liegenden Seilstücke unter Einfügung eines ausgekehlten Holzkeiles fest zusammen (Fig. 439).

863. Es empfiehlt sich, von Zeit zu Zeit die untersten 2 bis 3 m des Seiles abzuhauen und einen neuen „Seilschlupf“ zu machen, da gerade an und dicht über der Verbindungsstelle das Seil am schnellsten abgenutzt resp. unzuverlässig wird. Die Erneuerung des Seilschlupfes hat zugleich den Vortheil, dass derjenige Punkt des Seiles, mit welchem dasselbe im Momente des Anhebens auf die Bobine oder die Trommel aufläuft, gewechselt wird. Dieser Punkt leidet nämlich ebenfalls mehr, als das übrige Seil.

864. Revision und Wartung der Förderseile. — Die fortwährend gute Beschaffenheit der Förderseile ist selbstverständlich ein sehr wichtiger Punkt. Auch wenn die Seile nicht, wie jetzt gewöhnlich, gleichzeitig zur Fahrung der Arbeiter dienen, ist ein Seilbruch immer ein schwerer, mit grossen Verlusten verknüpfter Unfall; Gerippe, Förderwagen und Schachtfallen werden zertrümmert, die Schachtleitungen losgerissen, zuweilen sogar der ganze Schacht gefährdet, überhaupt immer eine mehr oder weniger lange Betriebsstörung herbeigeführt.

Der Zustand der Förderseile muss daher einer unausgesetzten, wohlorganisirten Ueberwachung unterliegen. Besonders die Drahtseile verlangen in dieser Beziehung die grösste Aufmerksamkeit. Ein Hauptvorzug, welchen die Hanf- und Aloëseile vor den Drahtseilen behaupten, ist der, dass bei ihnen schlechte Stellen schon lange, bevor sie bedenklich werden, deutlich zu sehen sind, während Drahtseile zuweilen ganz plötzlich, ohne dass man vorher einen Schaden bemerkt hätte, reissen. Die Schmiere, mit welcher man sie zur Vermeidung des Rostens nothgedrungener Weise überzieht, macht die Auffindung etwaiger Fehler schwierig. Wo indessen Drahtseile definitiv eingeführt sind, erlangen die mit der Revision derselben betrauten Personen doch schliesslich die nöthige Uebung, um bei gehöriger Aufmerksamkeit die Schäden frühzeitig genug zu entdecken.

Die Hanf- und Aloëseile werden schon bei der Fabrikation in allen Fasern mit Theer getränkt und dies genügt, um sie definitiv vor Fäulniss zu bewahren. Drahtseile hingegen müssen, besonders bei nassen Schächten, mindestens alle acht Tage mit Hülfe eines Pinsels geschmiert oder getheert werden. Ohne diese Maassregel würden die Drähte schnell vom Roste zerstört werden.

865. Wenn eine Stelle oder ein Stück des Seiles schadhaft geworden ist, so muss, wenn Seilfahrt in dem Schachte stattfindet, das ganze Seil abgelegt werden, anderenfalls kann man sich unter Umständen damit begnügen, das betreffende Stück zu entfernen und durch ein neues zu ersetzen. Die Vereinigung zweier Seilstücke (das „Stücken“) geschieht in der Weise, dass man die zu vereinigenden Enden auf eine gewisse Länge aufdreht, beiderseits die Hälfte der

Fäden oder Drähte abschneidet und die übrig bleibenden innig und systematisch mit einander verflicht. Dieses „Stücken" der Seile geschieht durch gelernte Seiler. Eine gut gestückte Stelle hat dieselbe Tragfähigkeit wie das ursprüngliche Seil, nur wickelt sie sich wegen ihrer grösseren Steifigkeit schlecht auf. Das Seil bricht in Folge dessen im Laufe des Fortgebrauches leicht an den beiden Enden der Verbindungsstelle. Solche Stellen erfordern daher eine ganz besondere Aufmerksamkeit.

866. Aufzeichnungen über die Förderseile. — Ueber die Förderseile jedes Schachtes wird man zweckmässiger Weise ein Register führen, in welches verzeichnet wird:

1) Die laufende Nummer jedes Seiles;
2) der Name des Lieferanten;
3) das Gewicht des Seiles;
4) sein Preis;
5) seine Stärke und Zusammensetzung;
6) das Datum seiner Auflegung;
7) das Datum und die Art der etwaigen Reparaturen;
8) die Art seiner Bewährung;
9) das Datum seiner Ablegung;
10) das mit ihm geförderte Quantum Kohlen, Berge u. s. w.

§. 4.

Seilscheiben und Seilscheibengerüste.

867. Die Förderseile laufen, bevor sie sich auf den Bobinen oder den Trommeln aufwickeln, über Seilscheiben, welche in gewisser Höhe über dem Schachte auf Gerüsten von Holz oder Eisen oder auf Mauerwerk verlagert sind.

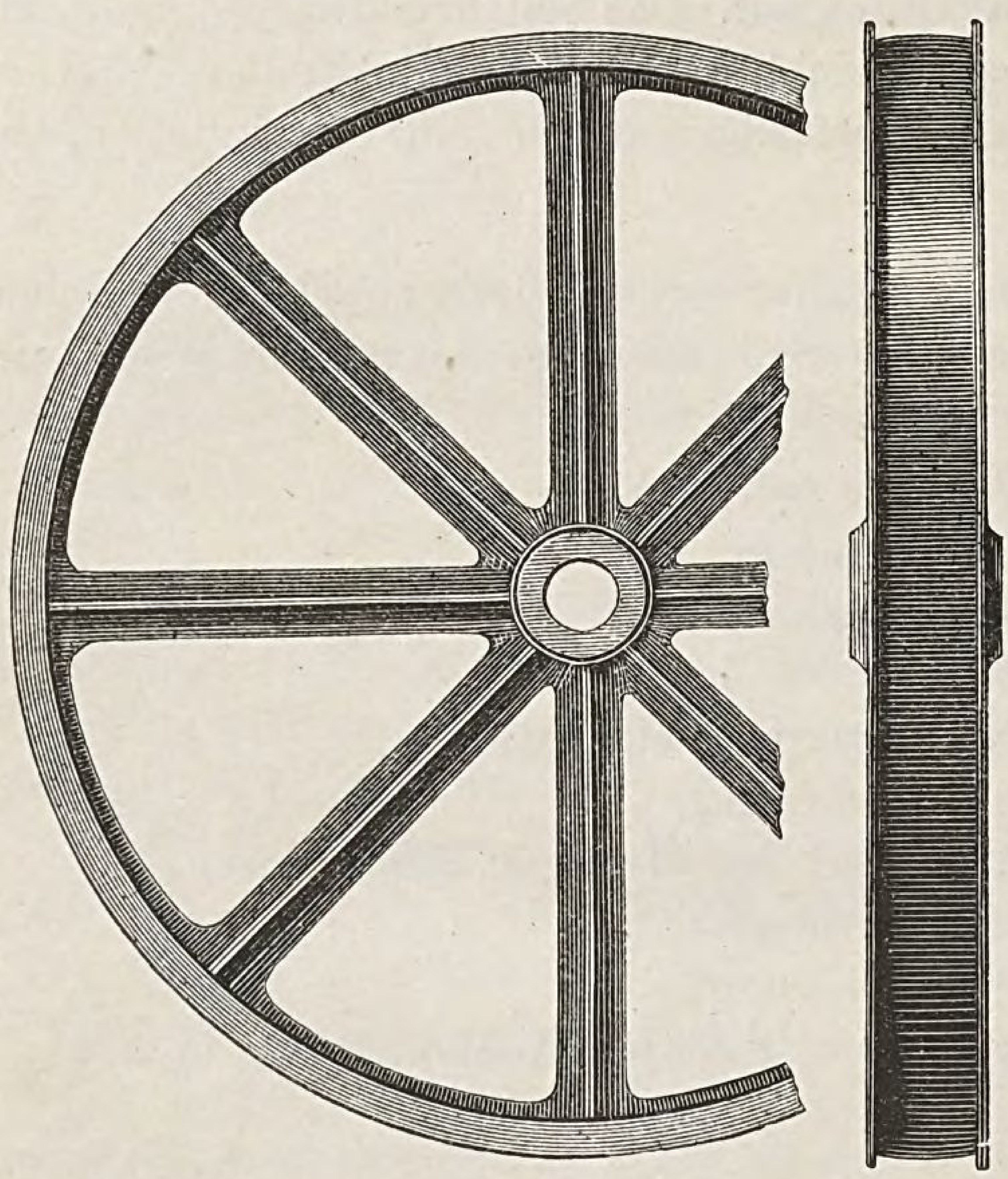
868. Die Seilscheiben bestehen aus Guss- oder aus Schmiedeeisen oder zum Theil aus dem ersteren, zum Theil aus dem letzteren Materiale. Bei grossem Durchmesser werden die gusseisernen Räder zu schwer und eignen sich nur schmiedeiserne oder solche mit schmiedeisernen Armen. Es ist aber sehr wichtig, den Durchmesser der Seilscheiben möglichst gross zu nehmen. Kleine Radien bedingen starken Seilverschleiss, besonders bei Stahlseilen. In England haben sich die letzteren in die Praxis erst Eingang verschafft, seit man von den kleinen Seilscheiben abgekommen ist.

Womöglich wählt man einen Seilscheibendurchmesser von 4 m für Hanf- oder Aloëseile und von 5 m für Drahtseile. Die Engländer geben für runde Stahldrahtseile häufig sogar 6 m. Jede Vergrösserung

des Seilscheibendurchmessers belohnt sich durch ein besseres Functioniren und längere Dauer der Förderseile.

Die Seilscheiben für Bandseile haben einen entsprechend breiten Radkranz mit Rändern. Die Seilränder dürfen sich nicht an den Rändern des Radkranzes reiben, da dies die schnelle Abnutzung der ersteren herbeiführen würde. Deshalb ist Sorge zu tragen:

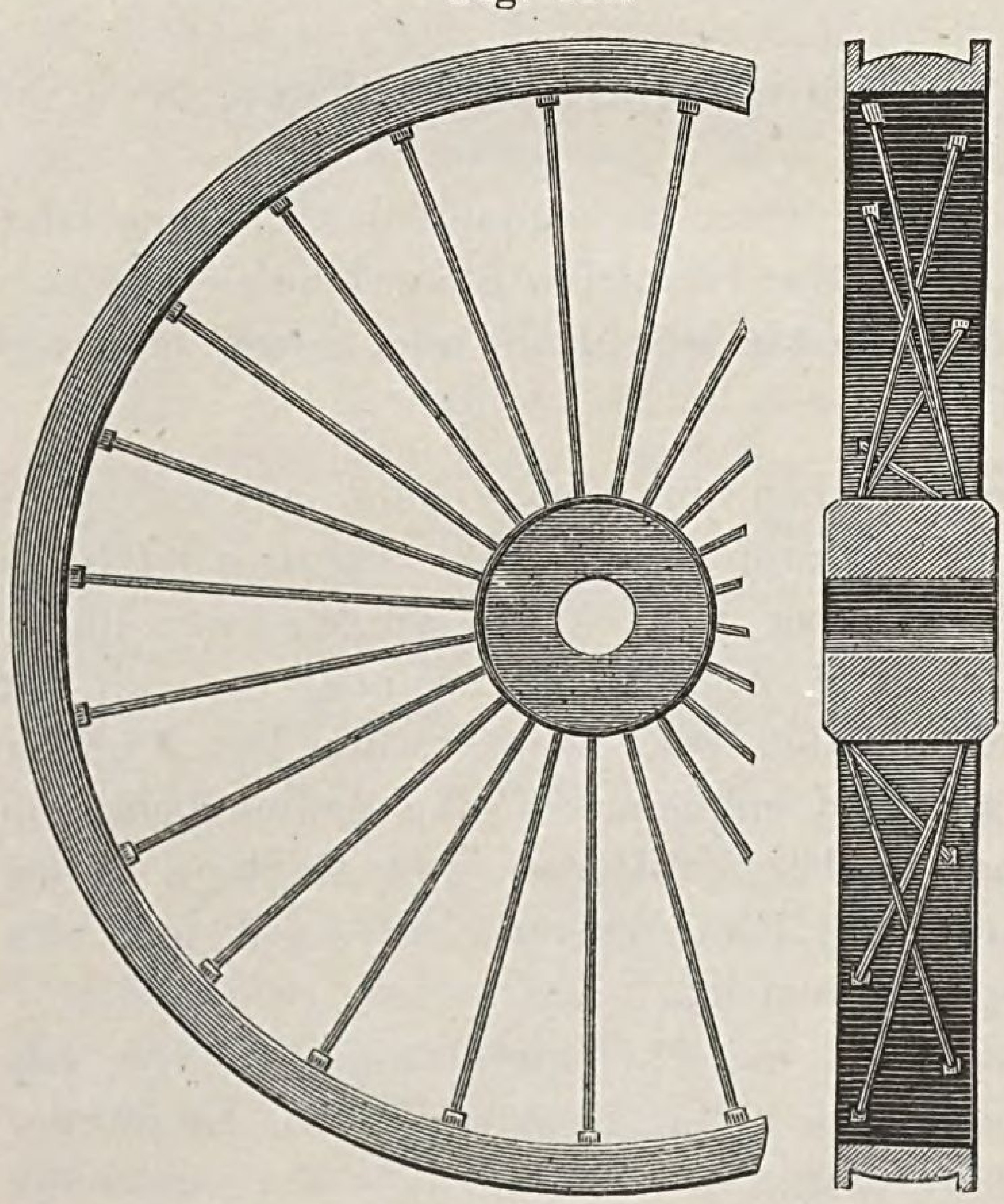
Fig. 440.



1. Dass die Seilscheiben vollkommen vertical und genau parallel mit der Richtung der Seile stehen;
2. dass der Radkranz nach aussen leicht gewölbt ist, wie in den Figuren 440 und 441 dargestellt.

Um die Seile noch mehr zu schonen, muss man die Räder sehr sorgfältig centriren und den Radkranz aussen abdrehen lassen.

Fig. 441.



Die Seilscheiben für Bandseile sind noch meistens ganz von Gusseisen (Fig. 440). Für grössere Durchmesser greift aber hier das oben Gesagte Platz (Fig. 441).

Die Scheiben für Rundseile werden fast allgemein aus Schmiedeisen oder wenigstens mit schmiedeisernen Armen hergestellt. Der breite Radkranz ist hier durch eine Hohlkehle ersetzt.

869. Bei den die Seilscheiben tragenden Gerüsten findet sich eine noch grössere Mannigfaltigkeit. Zunächst mögen die hauptsächlichsten Typen einzeln aufgeführt werden.

870. Die noch sehr häufig vorkommenden Gerüste aus Holz lassen sich in drei Typen scheiden:

1. Das englische Fördergerüst, welches das einfachste ist und aus zwei Pfosten und zwei Streben besteht (Fig. 442).

Fig. 442.

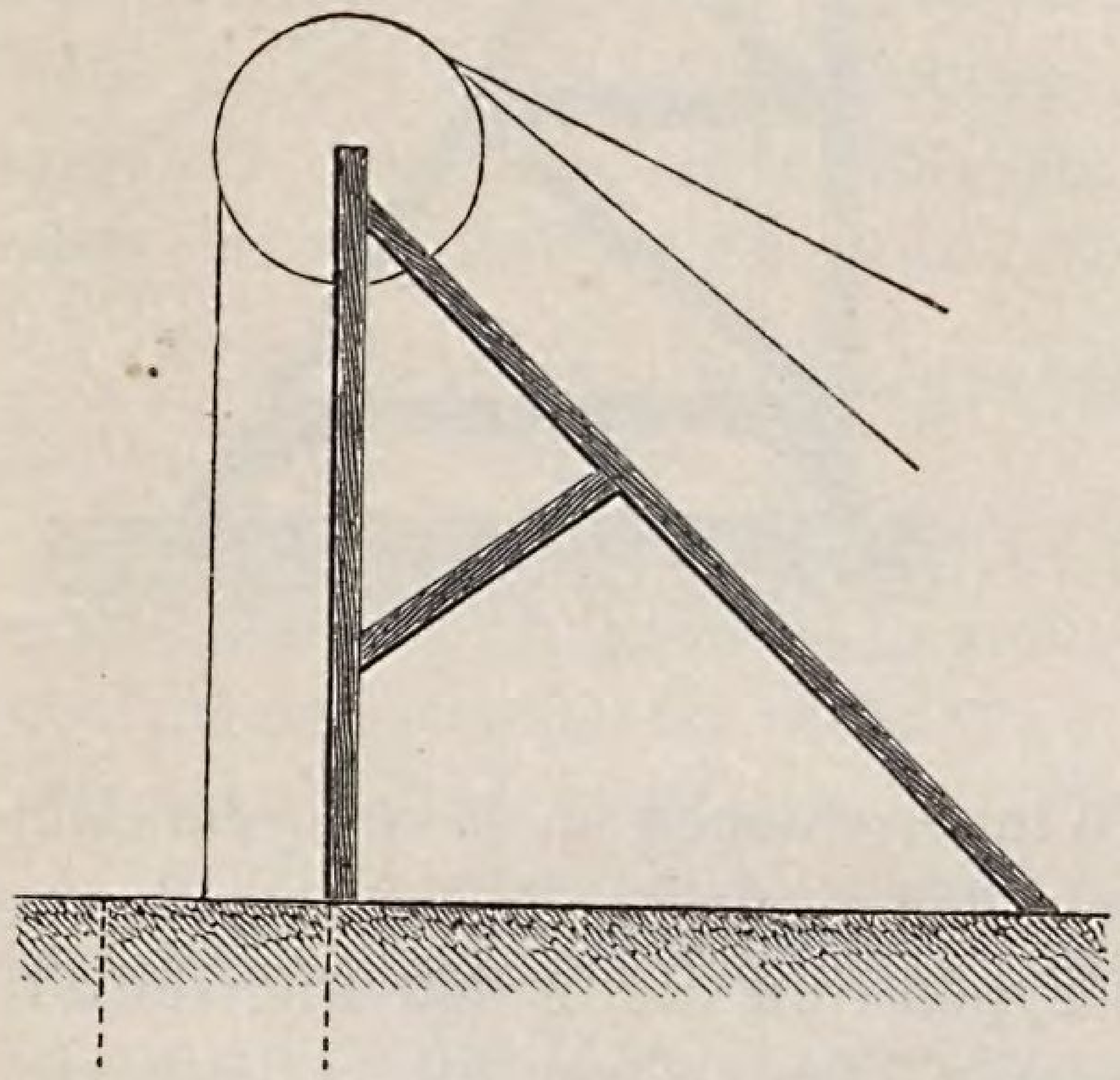
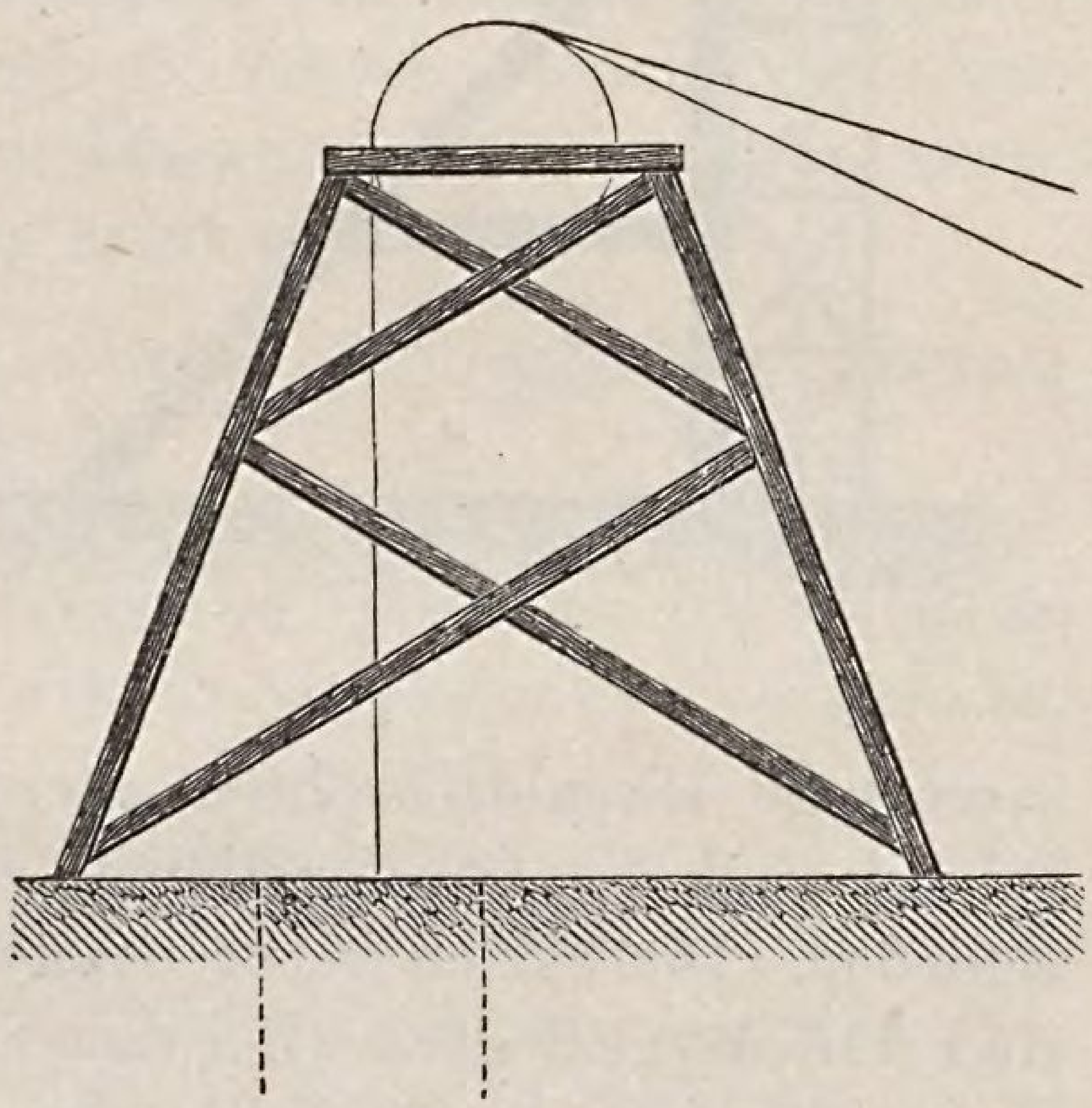
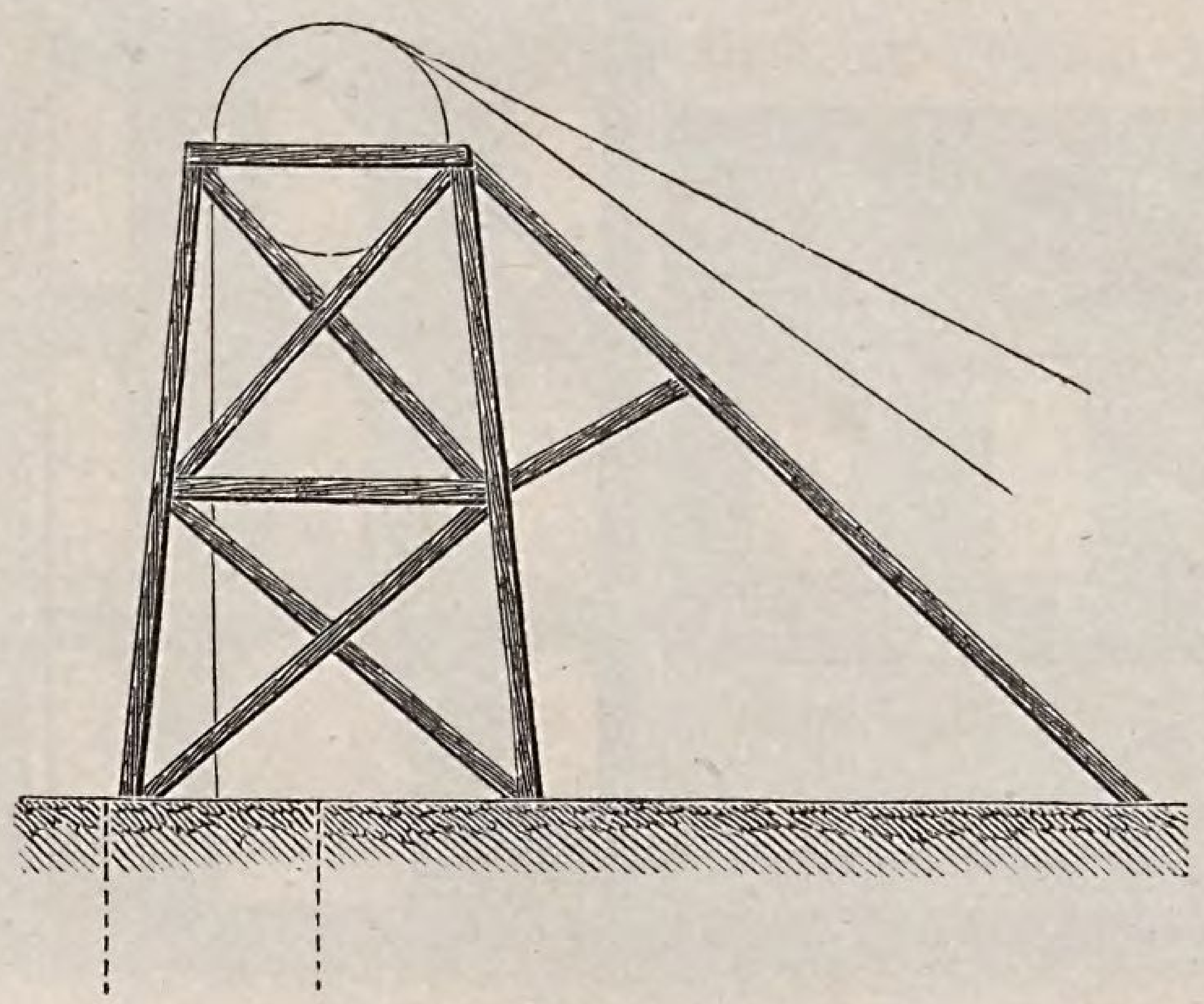


Fig. 443.



2. Das französische Gerüst, mit vier nach unten stark divergirenden Pfosten (Fig. 443).

Fig. 444.



3. Das belgische Gerüst, bestehend aus vier steileren Pfosten und zwei Streben (Fig. 444).

871. Da Holzconstructionen, besonders wenn sie der freien Luft ausgesetzt sind, leicht faulen, so verfertigt man neuerdings die Seilscheibengerüste aus Eisen und verwendet hierzu entweder runde oder

Fig. 445.

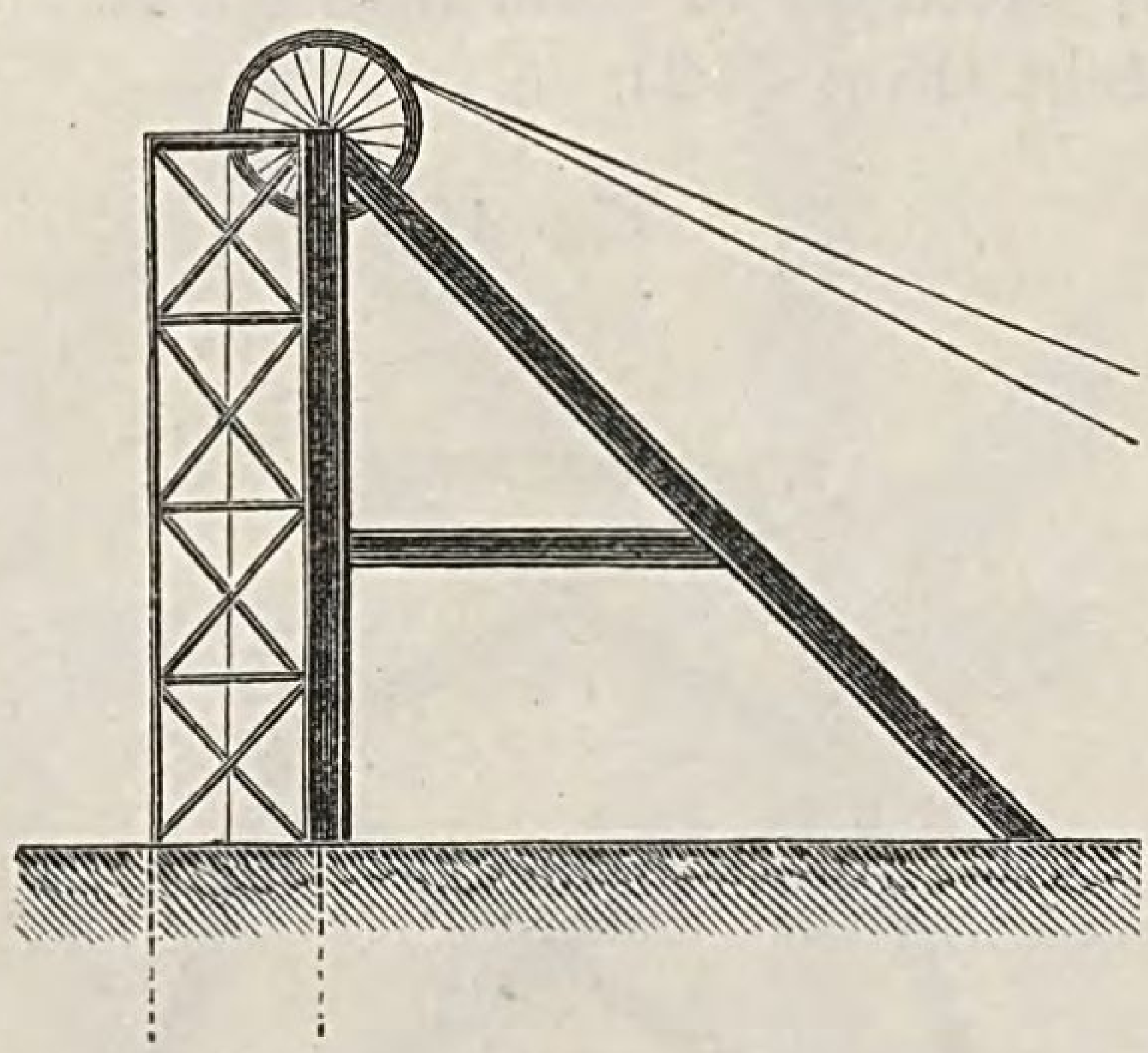
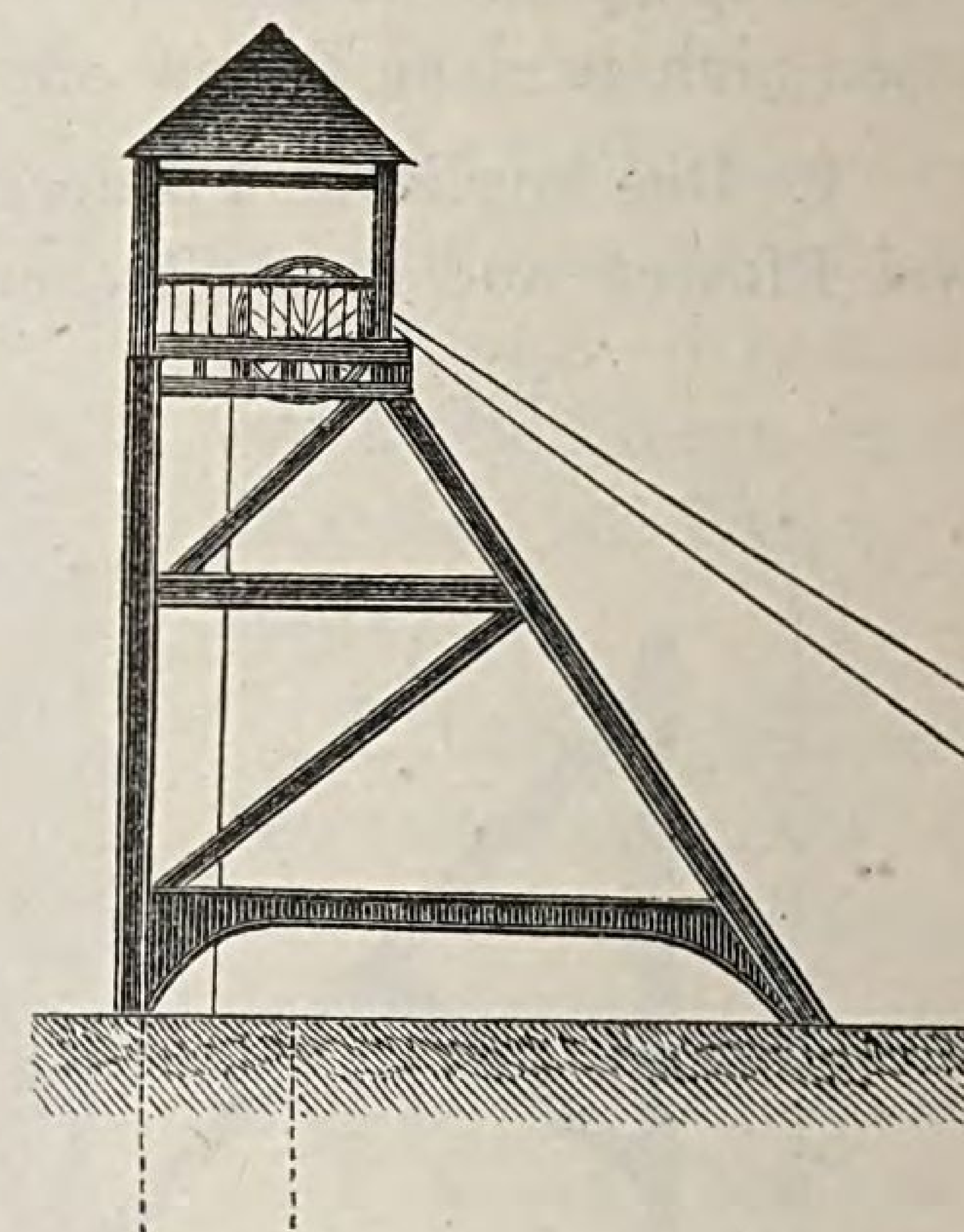
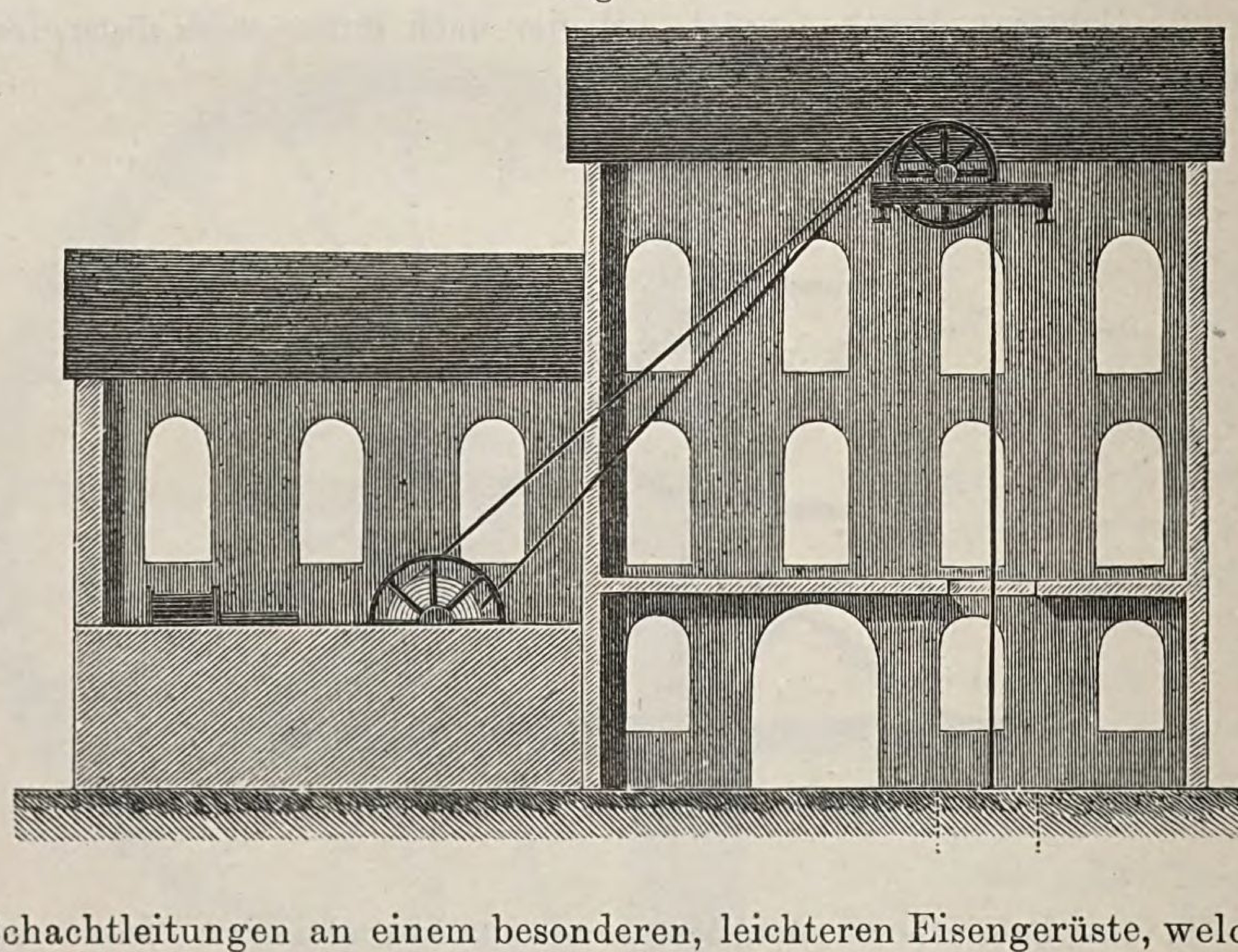


Fig. 446.



viereckige Eisenblechröhren oder Winkelschienen u. s. w. Im Einzelnen sind die Constructionen auch der eisernen Gerüste sehr verschieden. Die beiden verbreitetsten Typen sind die in den Figuren 445 und 446 dargestellten. Bei dem ersteren Typus sitzen die verlängerten

Fig. 447.



Schachtleitungen an einem besonderen, leichteren Eisengerüste, welches an das eigentliche Seilscheibengerüst angebaut ist. Bei dem zweiten

Typus sitzen die Leitungen im Inneren des Hauptgerüstes, so dass jene besondere Construction wegfällt.

Es empfiehlt sich, oben an dem Seilscheibengerüste eine Construction anzubringen, welche gestattet, die Seilscheiben bei Bedürfniss, z. B. behufs Erneuerung der Lagerschalen, von ihren Axenlagern emporzuheben. Fig. 446 zeigt eine solche Construction. Das über den Rädern sich erhebende Dach ist darauf berechnet, das Gewicht der ersteren nöthigenfalls tragen zu können.

872. In Deutschland waren bis vor Kurzem Mauerconstructionen zur Verlagerung der Seilscheiben allgemein gebräuchlich. In diesem Falle wird die Schachthängebank und die Fördermaschine mit einem massiven, hohen Gebäude überbaut, welches in der Höhe auf hölzernen oder eisernen Balken die Seilscheiben trägt (Fig. 447).

873. Für den Betrieb genügt es, wenn die Construction folgende Bedingungen erfüllt:

1. Sie muss stabil genug sein, nicht nur um während des normalen Ganges der Förderung keine zu grossen Vibrationen zu gestatten, sondern auch um die bei plötzlichen Unregelmässigkeiten vorkommenden Stösse aushalten zu können.

2. Die Seilscheiben müssen hoch genug liegen, um eine gewisse Sicherheit gegen das Ueberwinden der Förderkörbe zu bieten. Die Entfernung von der Hängebank bis an die Räder darf niemals unter 10 m betragen, besser ist eine Höhe von 12 bis 15 m, in Deutschland nimmt man bei neuen Gerüsten selbst 20 m.

3. Die Construction muss die Schachthängebank möglichst frei lassen, damit die Bedienung der Förderkörbe nicht behindert wird.

4. Die Seilscheiben müssen leicht zugänglich sein, um ohne Gefahr den Schmierzustand der Zapfen controliren zu können u. s. w.

874. Eiserne und gemauerte Constructionen haben ausserdem den nicht zu unterschätzenden Vortheil, dass sie keiner Feuersgefahr unterworfen sind. Die Erfahrung hat gelehrt, dass der Ausbruch eines Brandes an der Schachthängebank sehr leicht die verhängnissvollsten Folgen für die Grube und für das Leben der Arbeiter haben kann. Aus diesem Grunde wird man alle Holzconstructionen in der Nähe der Schachthängebank möglichst vermeiden.

§. 5.

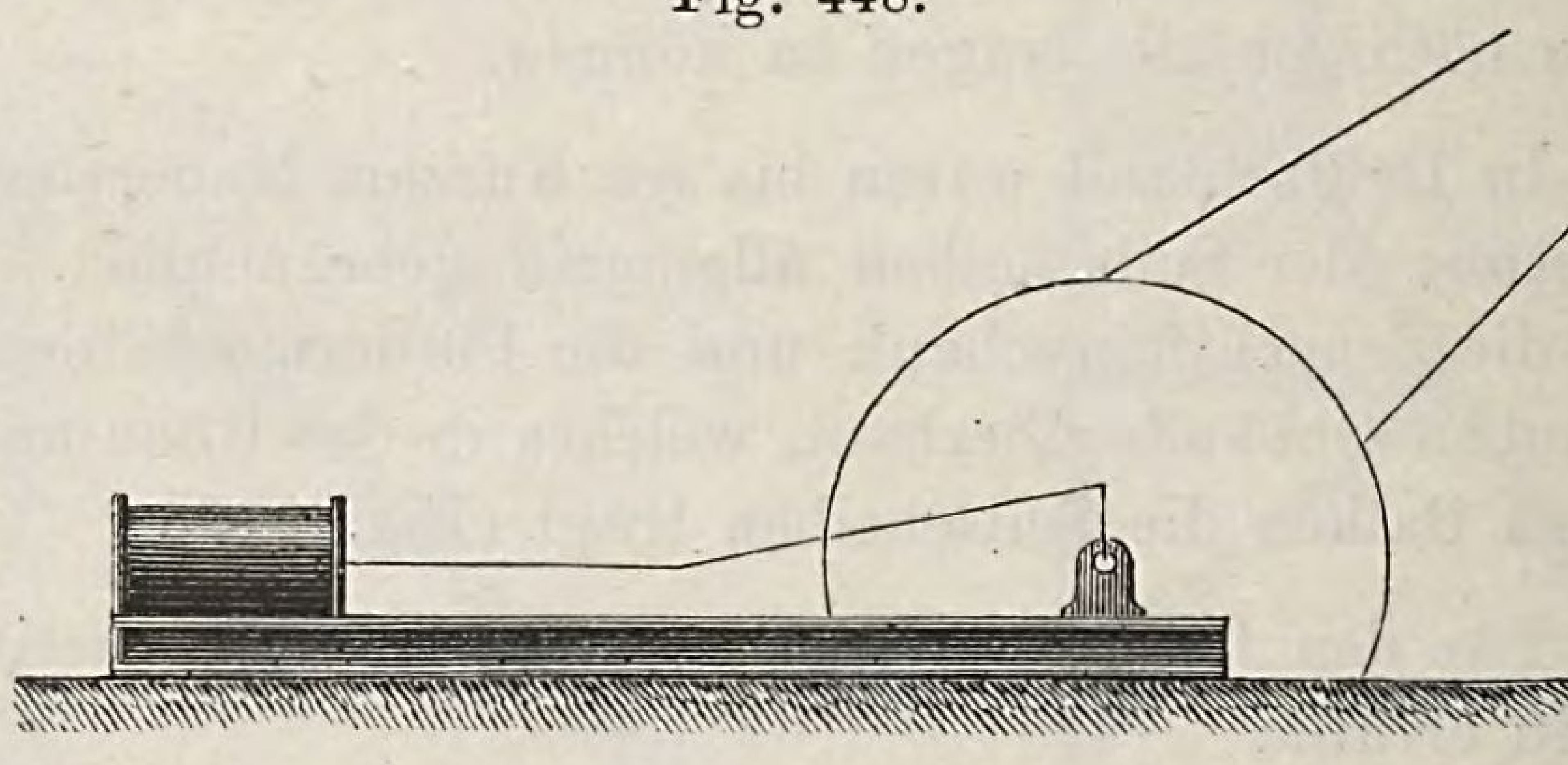
Fördermaschinen.

875. Nachdem die Förderseile über die Seilscheiben gelaufen sind, wickeln sie sich auf grossen Spulen (Bobinen) oder auf Trommeln

(Seilkörben) auf. Dieselben werden durch eine Dampfmaschine (die Fördermaschine) in Umdrehung versetzt.

876. Die ältesten Fördermaschinen waren eincylindrige Balanciermaschinen mit Schwungrad und Zahnradvorgelege. Nach und nach hat man diese gefährlichen Theile abgeschafft und gegenwärtig lässt man allgemein zwei Dampfcylinder mit ihren Kolbenstangen direct

Fig. 448.



auf zwei unter rechtem Winkel zu einander gestellte Kurbeln der Seilkorbaxe wirken. Hierdurch wird grössere Einfachheit, Sicherheit und Fördergeschwindigkeit erzielt.

Fig. 449.

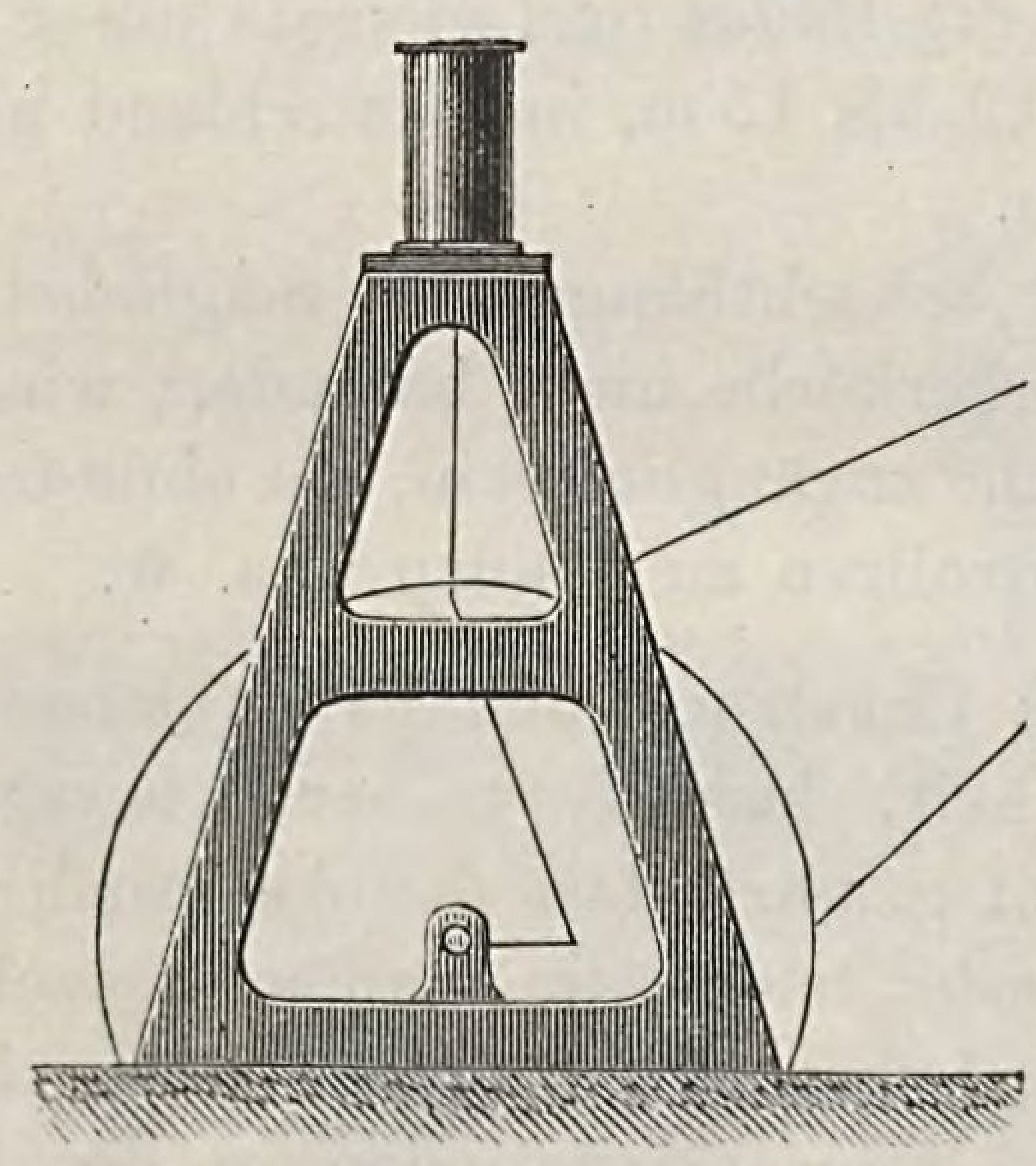
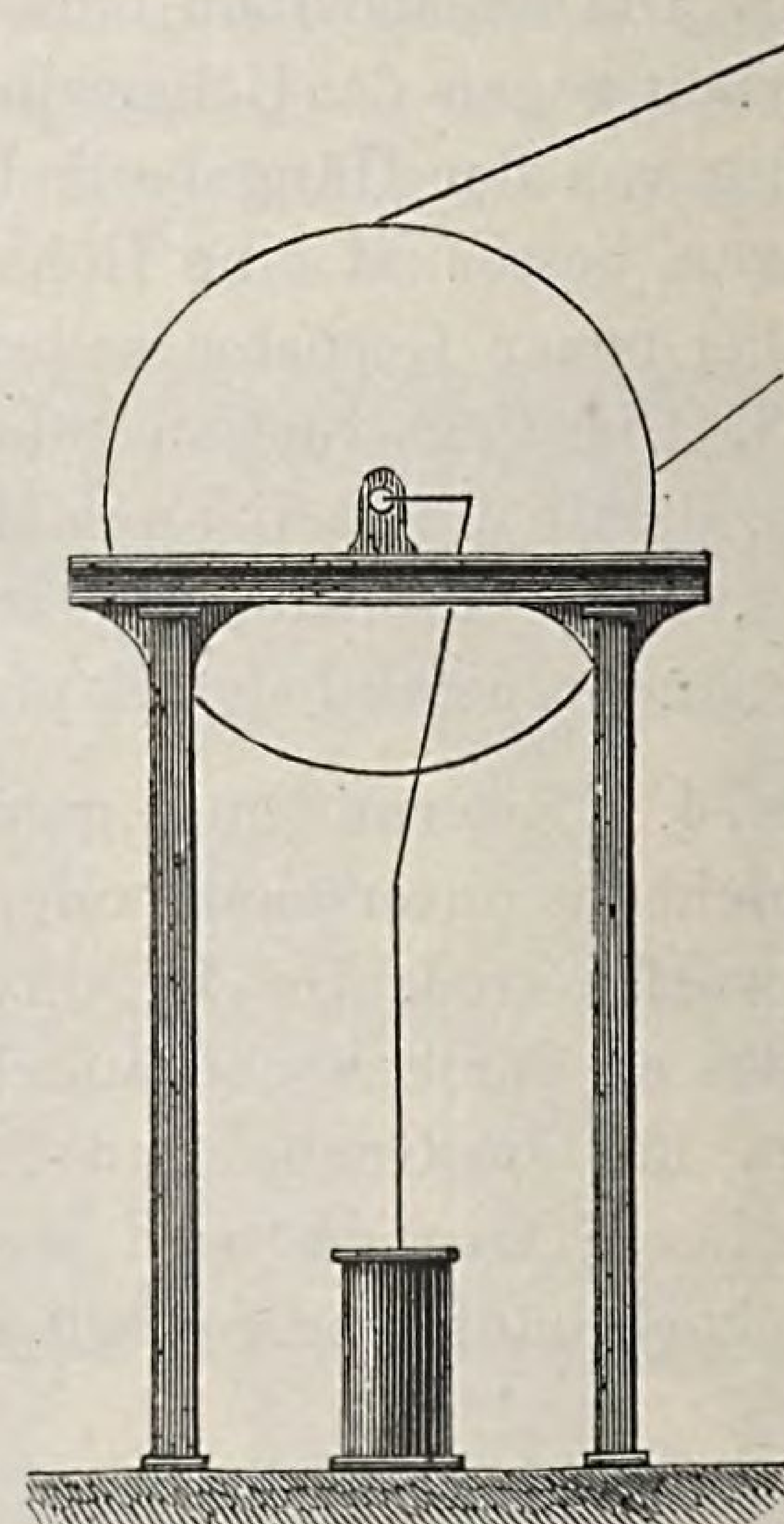


Fig. 450.



In Bezug auf die Stellung der Cylinder zu den Bobinen oder Seilkörben finden sich noch sehr verschiedene Dispositionen. Bald liegen die Cylinder horizontal (Fig. 448), bald sind sie vertical nach unten gerichtet (Fig. 449), bald vertical nach oben (Fig. 450). In einzelnen Fällen auch sind die Cylinder, analog den Schiffsmaschinen, schräg ge-

stellt und greifen dann beide auf derselben Seite der Bobinen an (Figuren 451 und 452).

Die horizontalen Fördermaschinen haben den Vorzug grosser Stabilität und leichter Wartung. Alle Theile sind bequem zugänglich und liegen unter den Augen des Maschinisten. Der Vorwurf, dass die Cylinder sich unter dem Gewichte der Dampfkolben oval ausschleissen, wird hinfällig, wenn man die Kolbenstange durch eine Stopfbüchse im hinteren Cylinderdeckel hindurchführt.

Fig. 451.

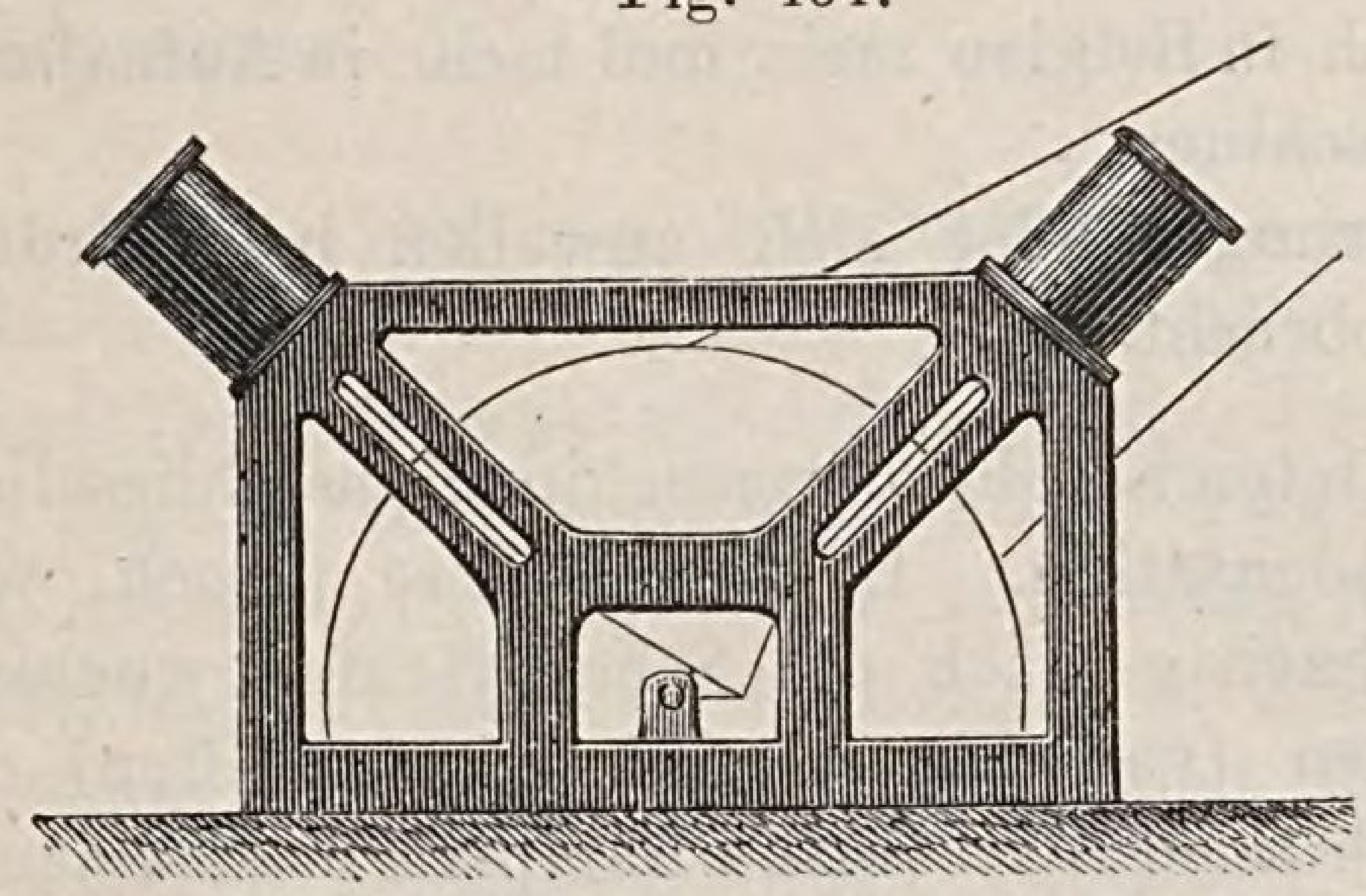
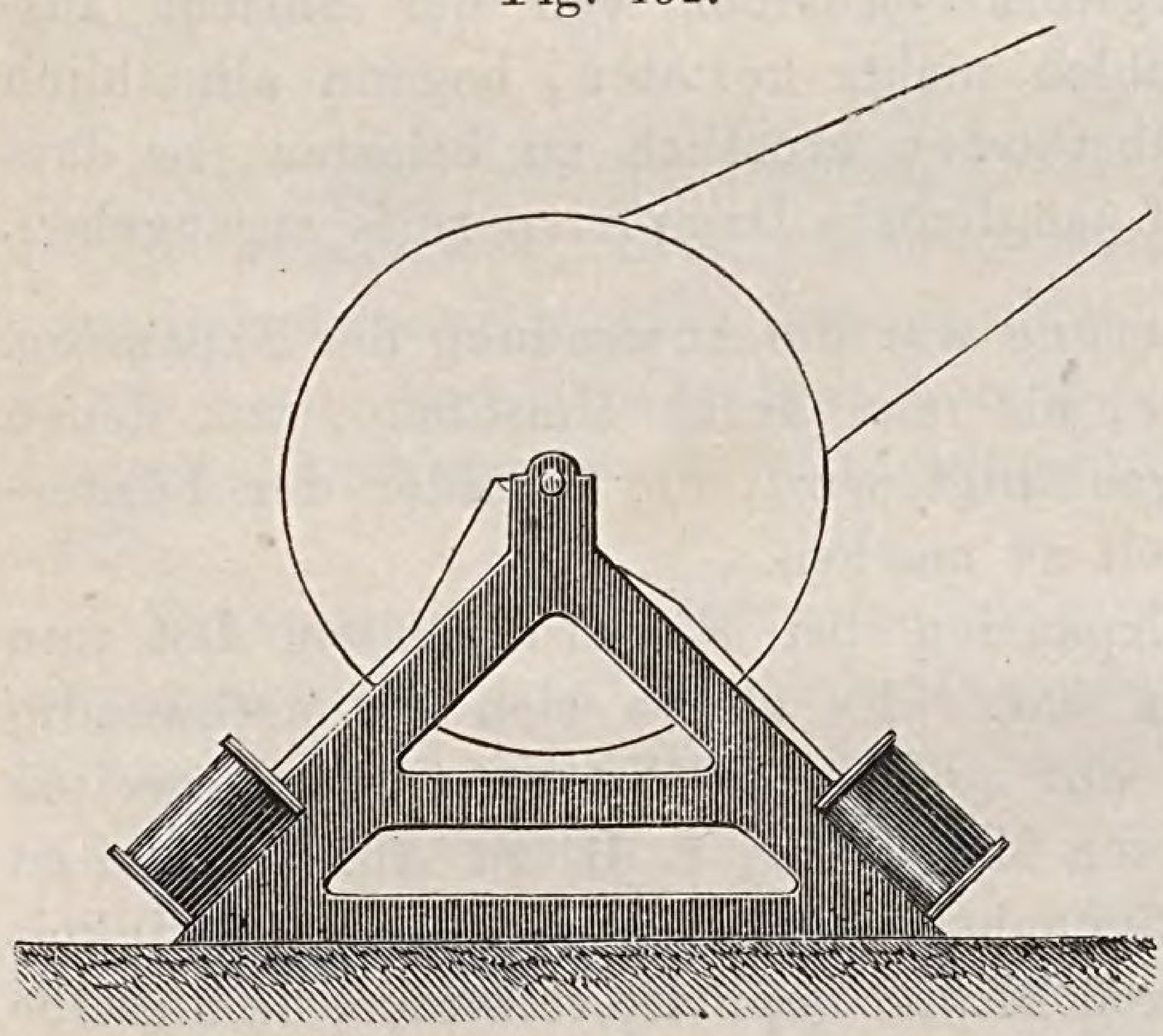


Fig. 452.



Verticale Maschinen mit darüber liegender Seilkorbaxe sind in vielen Gegenden noch sehr verbreitet. Von ungleichmässiger Abnutzung der Cylinderwände kann allerdings hier nicht die Rede sein, dagegen sind die verschiedenen Theile viel weniger leicht zugänglich. Die fragliche Anordnung erfordert auch im Allgemeinen sehr starke Gebäudeconstructionen, um den Zug der Förderseile aufzunehmen.

Die anderen Dispositionen sind weniger gebräuchlich. Verticale Maschinen mit unten liegender Seilkorbaxe sind praktisch in Bezug auf Stabilität, aber schwierig in Bezug auf Wartung und Unterhaltung. Da die Stopfbüchsen nie ganz dicht zu halten sind, so tropft das Condensationswasser fortwährend auf die darunter liegenden Maschinentheile.

Geneigte Cylinder können in einzelnen besonderen Fällen angezeigt sein, z. B. wenn auf der einen Seite der Seilkörbe kein Raum disponibel ist.

877. Die Fördermaschinen variiren ferner sehr stark in Bezug auf die Dampfvertheilung. Diese erfolgt entweder durch Schieber oder durch Ventile. Die Schiebersteuerungen fuctioniren bei Maschinen gewöhnlichen Kalibers sehr gut. Bei starken Maschinen, von

300 Pferdekraft und darüber, wird jedoch die Handhabung der Schieber beim Umsteuern zu schwierig. Man kann zwar diese Schwierigkeit durch die Anwendung einer besonderen Umsteuerungsdampfmaschine, des „Servomoteur", welcher nur seinerseits von Hand gesteuert wird, bewältigen; gewöhnlich aber zieht man in solchen Fällen die Ventilsteuerung, welche viel leichter zu handhaben ist, vor.

Die Ventilmaschinen sind in Deutschland und England sehr verbreitet und kommen jetzt auch in Belgien mehr und mehr in Aufnahme, besonders für die grossen Maschinen.

Auch die Corliss-Steuerung findet sich zuweilen bei Fördermaschinen zur Anwendung gebracht.

878. Ursprünglich arbeiteten alle Fördermaschinen ausschliesslich mit Volldruck und ohne Condensation. In dem Maasse jedoch, wie die Fördermengen und gleichzeitig auch die Schachtteufen wuchsen und somit grössere Maschinen (von bis zu 400 Pferdekräften) erforderlich wurden, machte sich auch der enorme Dampfverbrauch jener Maschinen mehr und mehr geltend. Während man früher bei der Construction von Kohlenbergwerksmaschinen von der Ansicht auszugehen schien, dass die Kohlen nichts kosteten, begann allmählich der Kohlenverbrauch die Selbstkosten ernstlich zu belasten, so dass man sich veranlasst sah, auf möglichste Dampfersparniss auszugehen.

879. Die erste Verbesserung war die Anwendung der Expansion. Dieselbe ist um so wichtiger, als man durch Umstände, von denen später die Rede sein wird, genöthigt wird, die Cylinder der Fördermaschinen ganz besonders weit zu machen.

Die Anwendung der Expansion bei Fördermaschinen bot nun aber gewisse Schwierigkeiten dar. Es stellte sich als nothwendig heraus, dass die Expansion auf einfache Weise in ziemlich weiten Grenzen variirt und in gewissen Momenten, z. B. zu Anfang und zu Ende des Treibens, ganz aufgehoben werden kann. Die Thätigkeit des Maschinisten darf hierdurch nicht complicirter werden, da dieselbe ohnehin schon genug Aufmerksamkeit erfordert.

Die Aufgabe ist auf verschiedene Weise, durch die Expansionsvorrichtungen von Andhémar, Guinotte, Scohy, Cockerill, Beer, Zueblin, Corliss, Zimmermann u. A. gelöst worden. Die Einzelheiten dieser Mechanismen gehören ins Gebiet der Maschinenkunde und sind daher hier nicht weiter zu verfolgen.

Gegen die Anwendung der Expansion bei Fördermaschinen ist ein Einwand erhoben worden, der hier erwähnt werden mag, obgleich er nicht stichhaltig erscheint. Man hat nämlich gesagt, dass in Folge des wechselnden Dampfdruckes die Bewegung der Maschine unregelmässig werde und dass daraus ein schnellerer Verschleiss der Förderseile resultire. Es ist nun allerdings richtig, dass beim langsamen

Heraufholen oder Hinablassen der Arbeiter mit einer Expansionsmaschine unangenehme Schwankungen in der Geschwindigkeit des Förderkorbes sich bemerkbar machen. Man schaltet daher gewöhnlich die Expansionsvorrichtung aus, wenn Personen gefahren werden. Bei der Kohlenförderung hingegen verschwinden jene Schwankungen wegen der grossen Geschwindigkeit offenbar von selbst: Die lebendige Kraft der bewegten Massen dient als Schwungrad und regulirt den Gang vollkommen.

880. Auch die Anbringung von Condensation hat man bei den Fördermaschinen angestrebt. Bis jetzt indessen haben die daraus resultirende Complication der Anlage, die enorme Wassermenge, welche bei starken Maschinen erforderlich wird, und die intermittirende Art des Betriebes die allgemeine Ausführung jener Idee verhindert. Es giebt allerdings einige Schachtanlagen, wo eine besondere Maschine das Vacuum für sämmtliche Maschinen der Anlage (Wasserhaltungsmaschinen, Fördermaschinen, Ventilator u. s. w.) erzeugt. Dies scheint bis jetzt der einzige rationelle Weg zur Benutzung der Condensation zu sein.

881. Mag nun der Maschinenbauer dieses oder jenes System bei der Fördermaschine zur Anwendung bringen, der Bergwerksbetreiber muss jedenfalls verlangen, dass die Maschine, abgesehen von den an jede Maschine und ganz besonders an eine Fördermaschine zu stellenden Ansprüchen auf genügende Stärke und Stabilität, folgende Bedingungen erfülle:

Zunächst muss die Maschine leicht zu dirigiren sein. Die Hebel oder dergleichen für die Drosselklappe, die Umsteuerung und die Bremse müssen dem Maschinisten bequem zur Hand stehen und sich von demselben beliebig und ohne Anstrengung handhaben lassen.

Zweitens muss der Maschinist von seinem Platze aus die Haupttheile der Maschine und womöglich auch die Schachthängebank gut übersehen können. Zugleich muss er sich ausser dem Bereich der bei etwaigem Seilbruch zurückschnellenden Seile befinden.

Endlich muss die Maschine so disponirt sein, dass keiner ihrer Theile und kein Stück Rohrleitung von den Förderseilen getroffen werden kann, falls eines derselben in Folge plötzlichen Zerreissens gewaltsam nach rückwärts schnellen sollte.

Wenn man, wie es sich empfiehlt, Expansion anwendet, so muss man verlangen, dass dieselbe für die „Manöver“ aufgehoben und während des regelmässigen Treibens wieder hergestellt werden kann, ohne dass die Aufmerksamkeit und die Arbeitskraft des Maschinisten dadurch zu sehr in Anspruch genommen wird.

882. Ein anderer wichtiger Punkt ist die Frage der Seilgewichts-Ausgleichung.

Wenn man den mechanischen Vorgang bei einer Schachtförderung aus grosser Teufe näher ins Auge fasst, so zeigt sich, dass die von der Maschine zu leistende Arbeit fortwährend veränderlich ist. Beim Beginne des Treibens ist die Nutzlast und das ganze Seilgewicht zu heben, da nur die Gewichte der leeren Förderkörbe sich gegenseitig ausgleichen. Im Verlaufe des Aufzuges hingegen wird das Gewicht auf der Seite des beladenen Korbes immer geringer, weil das herabhängende Seilstück kürzer wird, und das Gegengewicht auf der anderen Seite immer grösser, weil hier das Seil sich abwickelt. Dieses wachsende Gegengewicht unterstützt die Maschine in ihrer Arbeitsleistung mehr und mehr, bis schliesslich bei genügender Teufe das Gewicht des leeren Förderkorbes und des über ihm hängenden Seiles grösser wird, als das Gewicht des beladenen Korbes und des noch aufzuwickelnden Seilstückes. Von diesem Momente an wird die Maschine ihrerseits mitgezogen und es bedarf des Contredampfes, um das Treiben ruhig zu Ende zu führen.

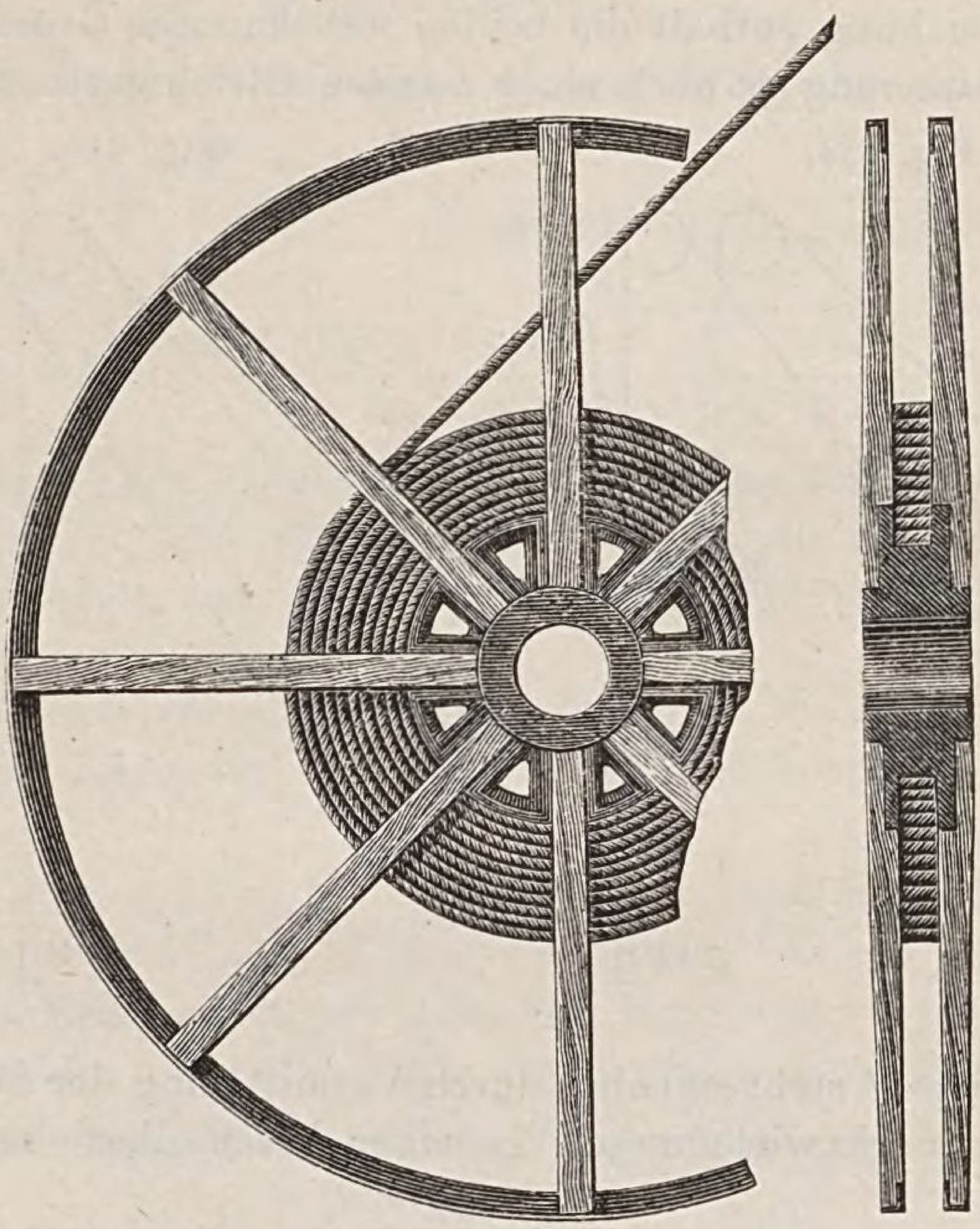
Dies würde der Hergang bei einer Förderung ohne Seilgewichtsausgleichung sein. Es würde daraus ein gefährlicher Betrieb und zugleich eine höchst nachtheilige Unregelmässigkeit in der Arbeit der Maschine folgen. Zur Vermeidung dieser Wirkungen hat man verschiedene Wege eingeschlagen.

883. Bei Hanf- oder Aloëbandseilen gelangt man zu einer Ausgleichung der auf die Maschinenwelle wirkenden Kräfte dadurch, dass sich die Seile in den Bobinen spiralförmig aufwickeln. Die Bobinen bestehen nämlich aus starken Naben von Gusseisen und radialen Armen von Holz oder Schmiedeisen, zwischen welchen das Bandseil sich auf sich selbst aufwickelt (Fig. 453). In Folge dessen wechselt der Aufwickelungshalbmesser oder der Hebelarm, an welchem die im Schachte hängende Last wirkt, fortwährend und zwar gerade in dem Sinne, wie es zur Ausgleichung der wechselnden Seilgewichte erforderlich ist. Je höher nämlich der beladene Förderkorb steigt und je geringer also das über ihm hängende Seilgewicht wird, desto grösser wird für das betreffende Trumm der Aufwickelungsradius; je tiefer andererseits der leere Förderkorb gelangt und je grösser mithin auf dieser Seite das Gegengewicht wird, desto kleiner wird der Aufwickelungsradius für das betreffende Seil und der Hebelarm, an welchem das Gewicht auf die Maschinenaxe wirkt.

Die Rechnung zeigt nun, dass man für jeden einzelnen Fall einen Anfangsradius von solcher Länge finden kann, dass das auf die Maschine wirkende Lastmoment im Anfange des Treibens genau gleich ist demjenigen am Ende des Treibens, so dass die Maschine während des

ganzen Verlaufes eine gleichmässige oder wenigstens fast gleichmässige, positive Arbeit zu verrichten hat.

Fig. 453.



Jene Berechnung des kleinsten Aufwickelungshalbmessers ist sehr einfach. Es sei

r der gesuchte Aufwickelungsradius beim Beginne des Aufzuges;
R der Aufwickelungsradius am Schlusse des Treibens;
Q die todte Last, d. h. das Gewicht eines Förderkorbes nebst leeren Wagen;
P die Nutzlast;
L die Schachtteufe;
p das Seilgewicht pro laufenden Meter;
pL mithin das Gewicht des abgewickelten Seiles im Schachte;
e die Dicke des Seiles.

Bei der Abfahrt (Fig. 454, a. f. S.) ist dann das auf die Maschinenaxe wirkende Kraftmoment:

A) $$(Q + P + pL)\, r - Q \,.\, R$$

und bei der Ankunft ist dasselbe:

B) $$(Q + P)\, R - (Q + pL)\, r.$$

Damit nun die Maschine gleichmässig arbeite, müssen diese Momente einander gleich sein. Man hat also zu setzen:

$$\alpha) \quad (Q + P + pL)\, r - Q\, R = (Q + P)\, R - (Q + pL)\, r.$$

Diese Gleichung enthält die beiden unbekannten Grössen p und r, zu deren Bestimmung es noch einer zweiten Gleichung bedarf.

Fig. 454.

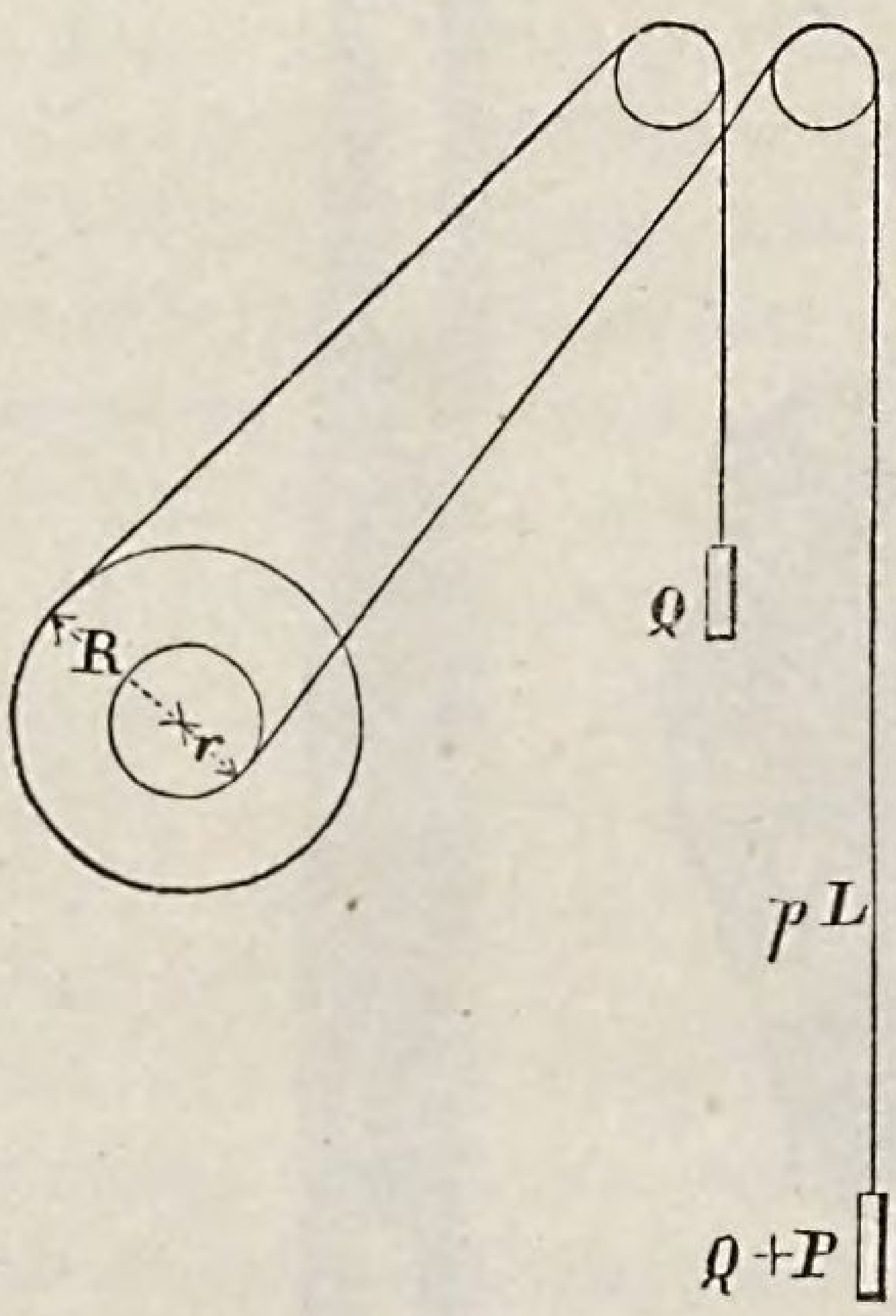
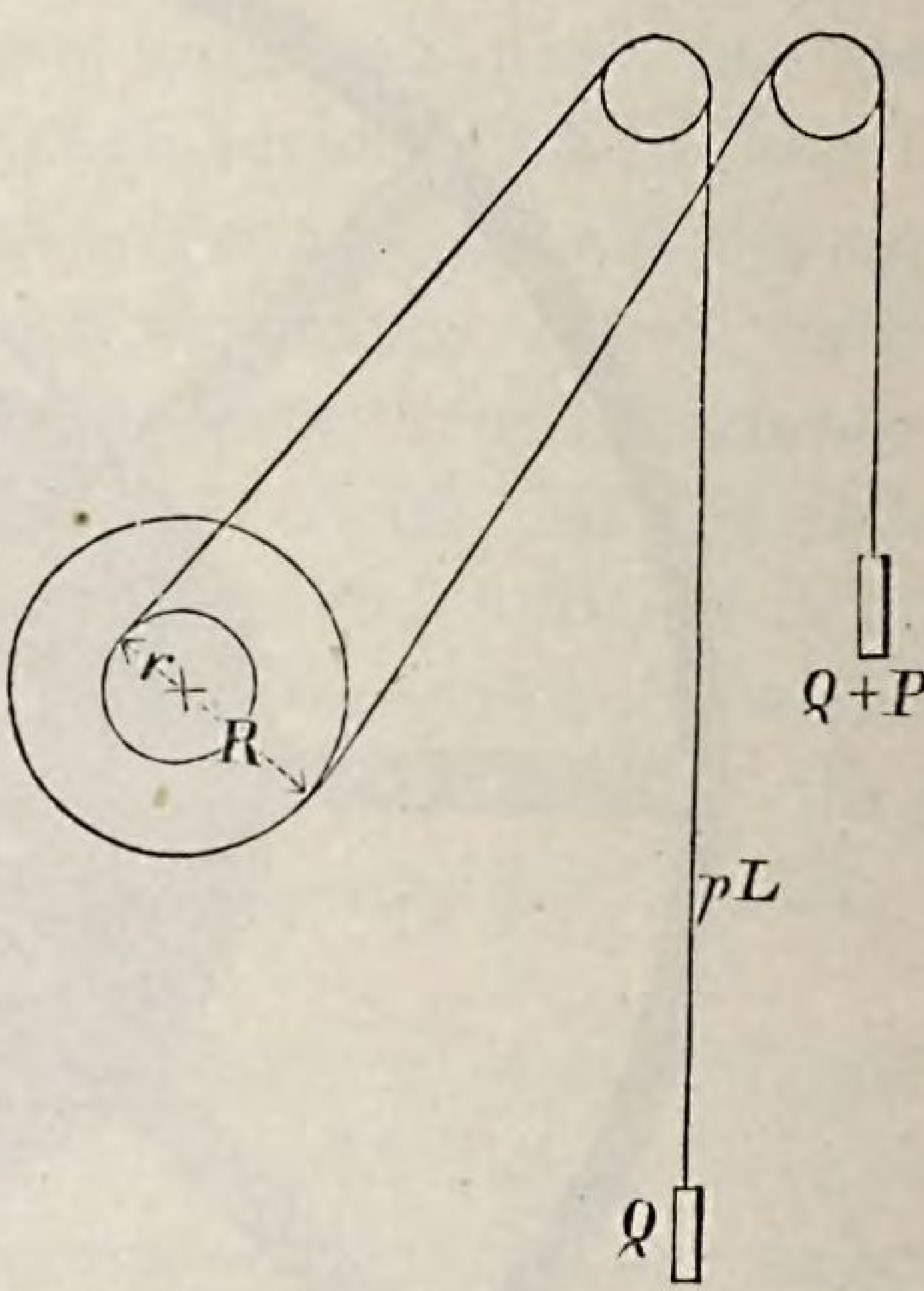
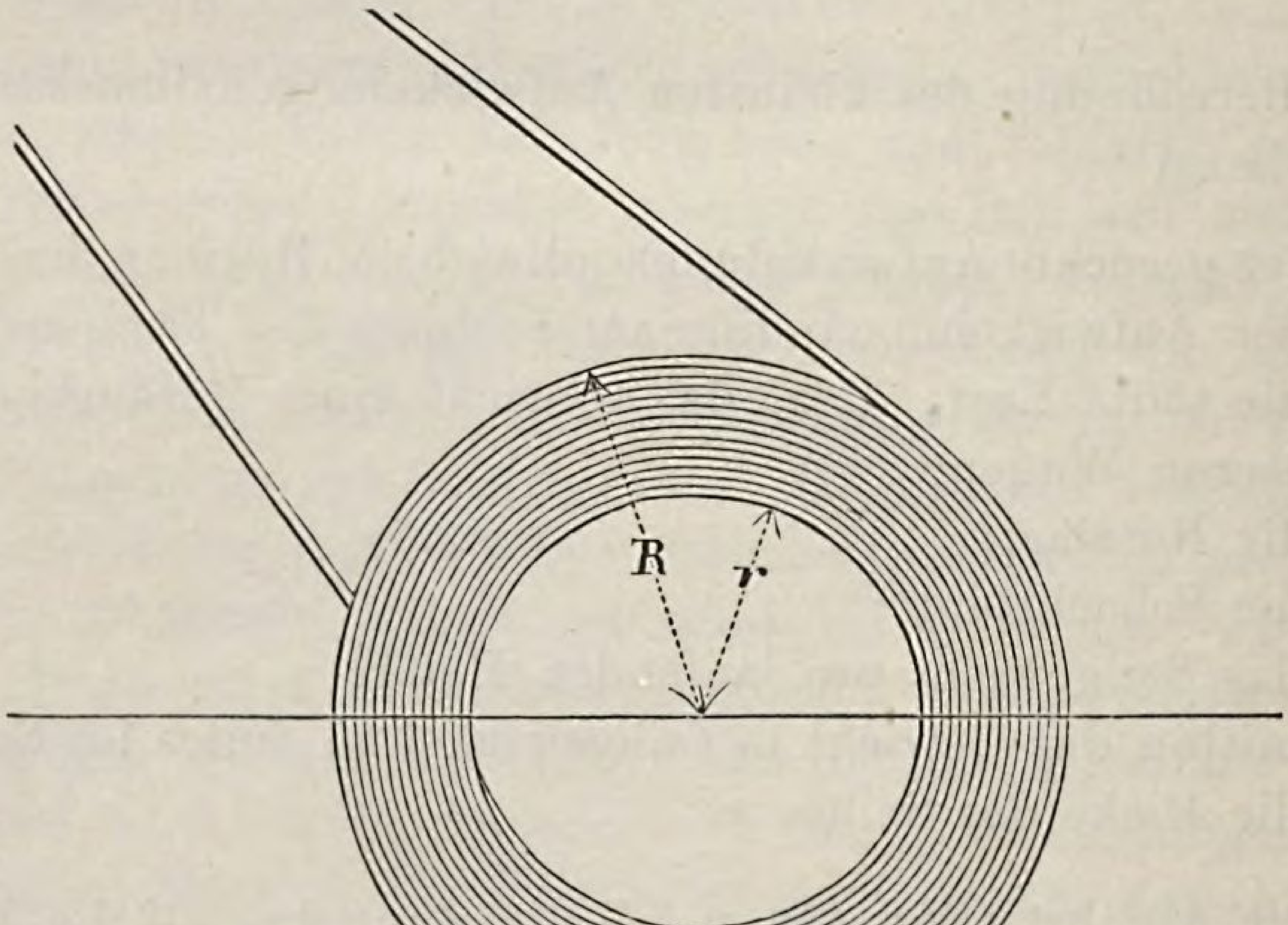


Fig. 455.



Der Radius R steht offenbar durch Vermittelung der Seildicke und der Anzahl der Umwickelungen in einer Wechselbeziehung zu dem

Fig. 456.



Radius r. Diese Wechselbeziehung wird durch eine Gleichung ausgedrückt, welche besagt, dass die zwischen den Radien R und r ent-

haltene Ringfläche $\pi\ (R^2 - r^2)$ gleich der aufgewickelten Länge multiplicirt mit der Dicke des Seiles ist (Fig. 456). Die Gleichung lautet also:

$\beta)$ $$\pi\ (R^2 - r^2) = L\ .\ e.$$

Aus den beiden Gleichungen $\alpha)$ und $\beta)$ ergiebt sich:

$\gamma)$ $$r = \frac{P + 2\,Q}{2}\sqrt{\frac{e}{\pi\, p\, (P + 2\,Q + p L)}}$$

und

$\delta)$ $$R = \frac{P + 2\,Q + 2\,p L}{2}\sqrt{\frac{e}{\pi\, p (P + 2\,Q + p L)}}.$$

Um diese Formeln anzuwenden, hat man nur jeden der Buchstaben durch den ihm entsprechenden Werth zu ersetzen und dabei zu berücksichtigen, dass P, p und Q sich in Kilogrammen, e und L aber in Metern verstehen.

Es sei beispielsweise der Anfangsradius für die Aufwickelung eines Bandseiles bei folgenden Verhältnissen zu berechnen:

Nutzlast	$P =$	1040 kg
Todte Last	$Q =$	1520 „
Seildicke	$e =$	0,033 m
Mittleres Seilgewicht pro laufenden Meter	$p =$	6,22 kg
Schachtteufe	$L =$	387,00 m.

Setzt man diese Werthe in die Formel $\gamma)$ ein, so erhält man:

$$r = \frac{1040 + 2\,.\,1520}{2}\sqrt{\frac{0{,}033}{3{,}14\,.\,6{,}22\ (1040 + 2\,.\,1520 + 6{,}22\,.\,387)}},$$

woraus sich berechnet:

$$r = 1{,}06 \text{ m.}$$

Bei gleicher Behandlung der Formel $\delta)$ ergiebt sich:

$$R = 2{,}312 \text{ m.}$$

Berechnet man hiernach die Lastmomente beim Beginn und am Ende des Treibens, so findet man in der That:

Moment bei der Abfahrt (Formel A):

$$(1520 + 1040 + 2407)\ 1{,}06 - 1520\ .\ 2{,}31 = 1763.$$

Moment bei der Ankunft (Formel B):

$$(1040 + 1520)\ 2{,}31 - (1520 + 2407)\ 1{,}06 = 1751.$$

884. Wenn das Seil von abnehmender Dicke ist, so bleibt die Berechnung dieselbe, nur muss für e die mittlere Dicke angenommen werden.

885. Bandseile aus Eisen- oder Stahldraht wickeln sich ebenfalls auf Bobinen auf und ab. Wenn man für solche Seile in der vorigen

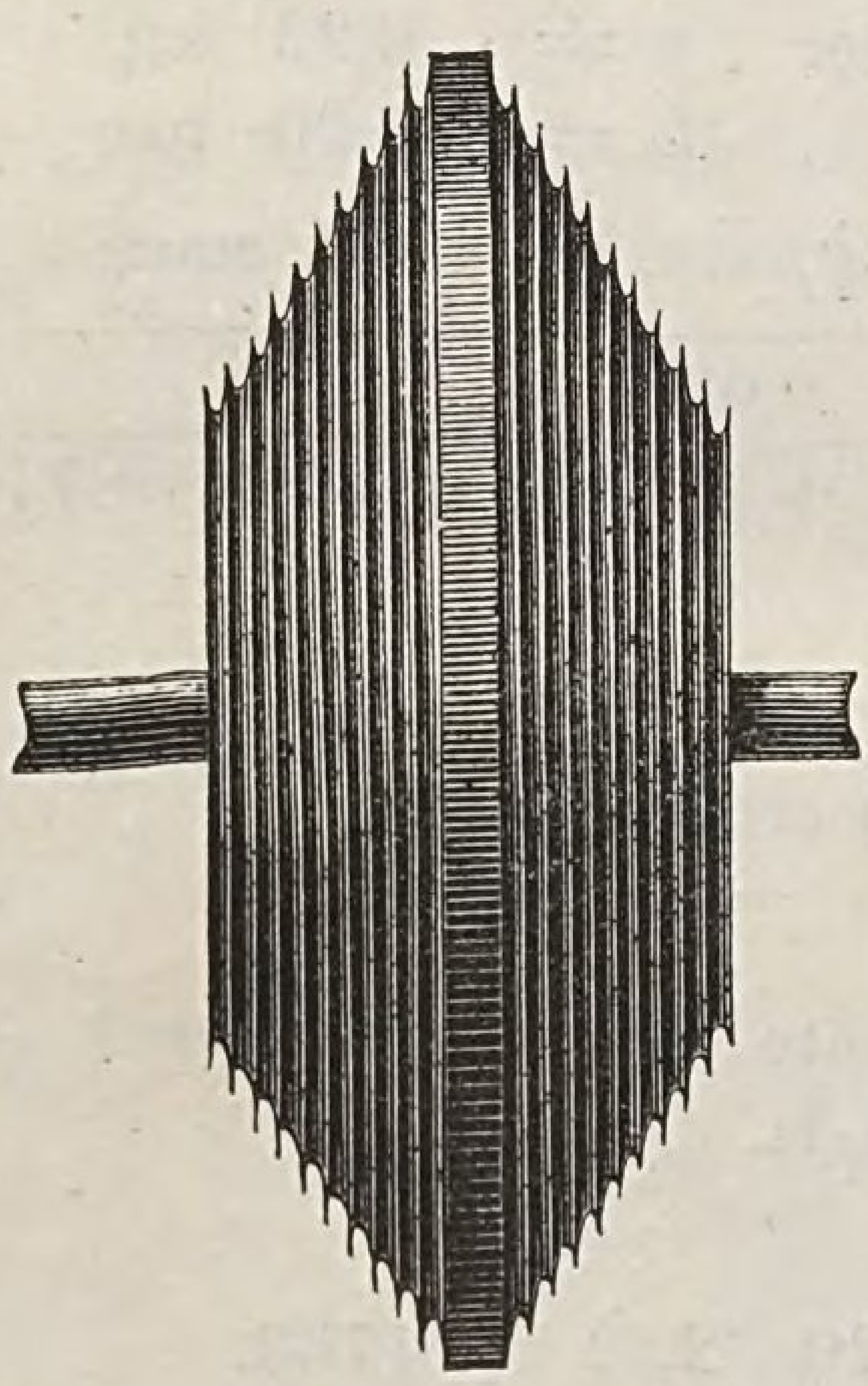
Weise den Anfangsradius berechnet, so findet man eine Länge, welche für die praktische Anwendung unbedingt zu gering ist. Es rührt dies von der geringen Dicke jener Seile her, welche nur geringe Unterschiede in den Radien ergiebt, wenn der Anfangsradius nicht sehr klein genommen wird. So kleine Aufwickelungsradien würden aber zu einem ganz ausserordentlich schnellen Seilverschleisse führen; gerade die Drahtseile verlangen vielmehr bekanntlich noch grössere Aufwickelungsdurchmesser als Hanf- oder Aloëseile.

Bei jenen Seilen begnügt man sich deshalb damit, den Anfangsradius so zu berechnen, dass das Moment bei der Ankunft wenigstens nicht negativ wird; und auch dies ist bei sehr grossen Teufen oft nicht mehr zu erreichen. Die Maschine arbeitet dann unter sehr unregelmässigen Bedingungen. Metallische Bandseile sind denn auch weniger gebräuchlich als andere.

886. Bei runden Drahtseilen kann die Ausgleichung auf verschiedene Weisen geschehen.

Die erste Methode besteht in der Anwendung eines sogenannten Spiralseilkorbes, auf dem sich die Seile in schneckenförmig verlaufende Rinnen einlegen (Fig. 457). Hier hängt also der Unterschied in den Aufwickelungsradien nicht mehr von der Seildicke, sondern von der Steigung des Gewindes ab und letztere lässt sich nach Belieben wählen.

Fig. 457.



Die vorher für Aloëbandseile gegebenen Gleichgewichtsformeln finden also beim Spiralseilkorb mit folgenden Modificationen Anwendung:

Der Anfangsradius r wird zuerst und zwar unter Berücksichtigung der Seilsteifigkeit angenommen. Sodann wird e, welches hier die Steigung der Spirale bedeutet, nach den Formeln berechnet. Mit r und e lässt sich dann der Seilkorb für die Seilgewichtsausgleichung construiren.

887. Die Spiralseilkörbe sind schwierig und kostspielig in der Anlage wie in der Unterhaltung. Oft begnügt man sich daher mit conischen Seilkörben (Figuren 458 und 459). Die in Fig. 459 dargestellte Variation ist die bessere, da bei ihr das Seil im Falle des Abgleitens nicht ganz von der Trommel fällt. Da die Steigung des Kegelmantels ein gewisses Maass nicht überschreiten darf, damit das Seil nicht von der Trommel herabgleitet, so kann auf diese Weise kein

genügender Unterschied in der Länge der Aufwickelungsradien erzielt werden und die Seilgewichtsausgleichung bleibt deshalb unvollkommen. Bei nicht zu tiefen Schächten lassen sich aber die Trommeln wenigstens

Fig. 458.

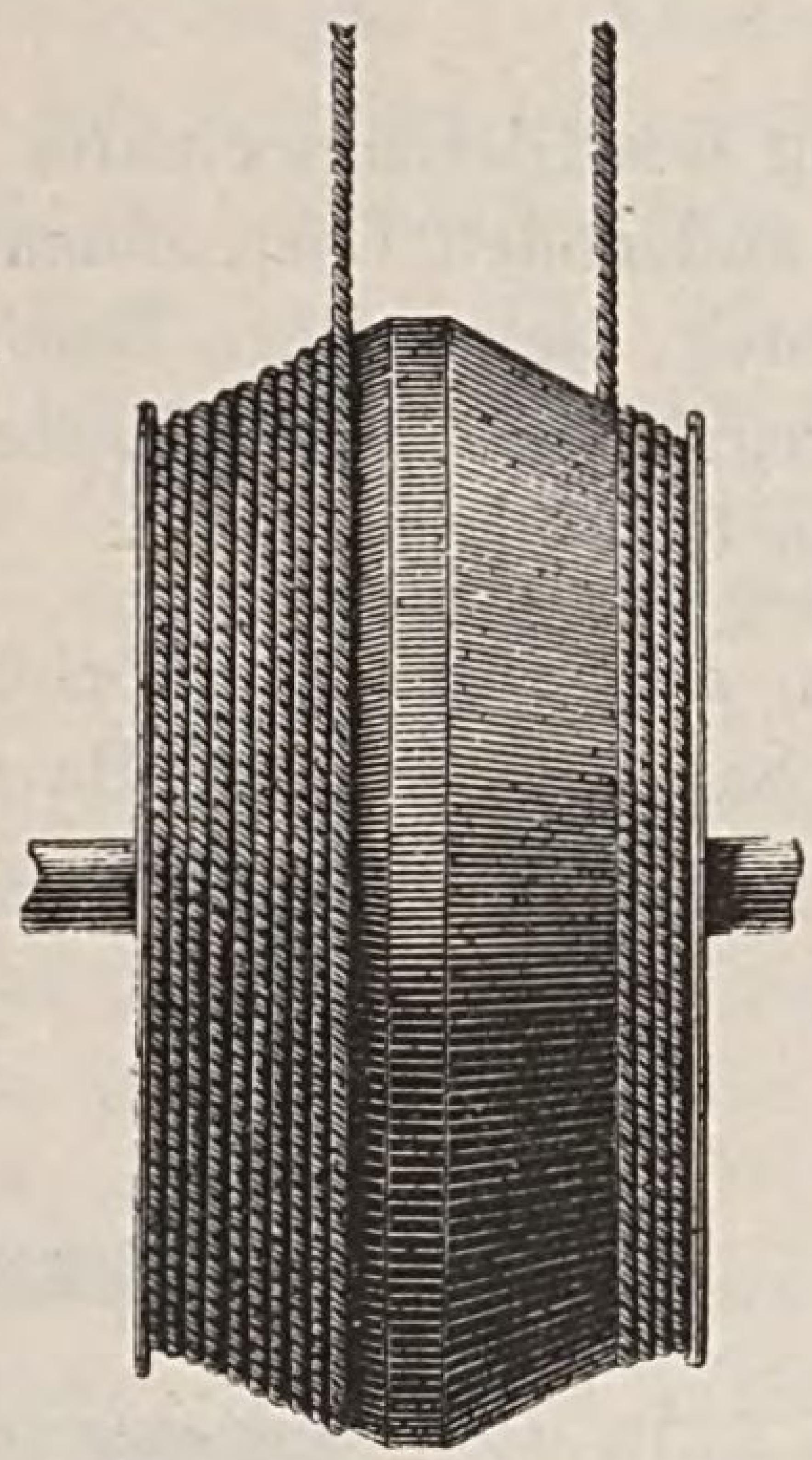
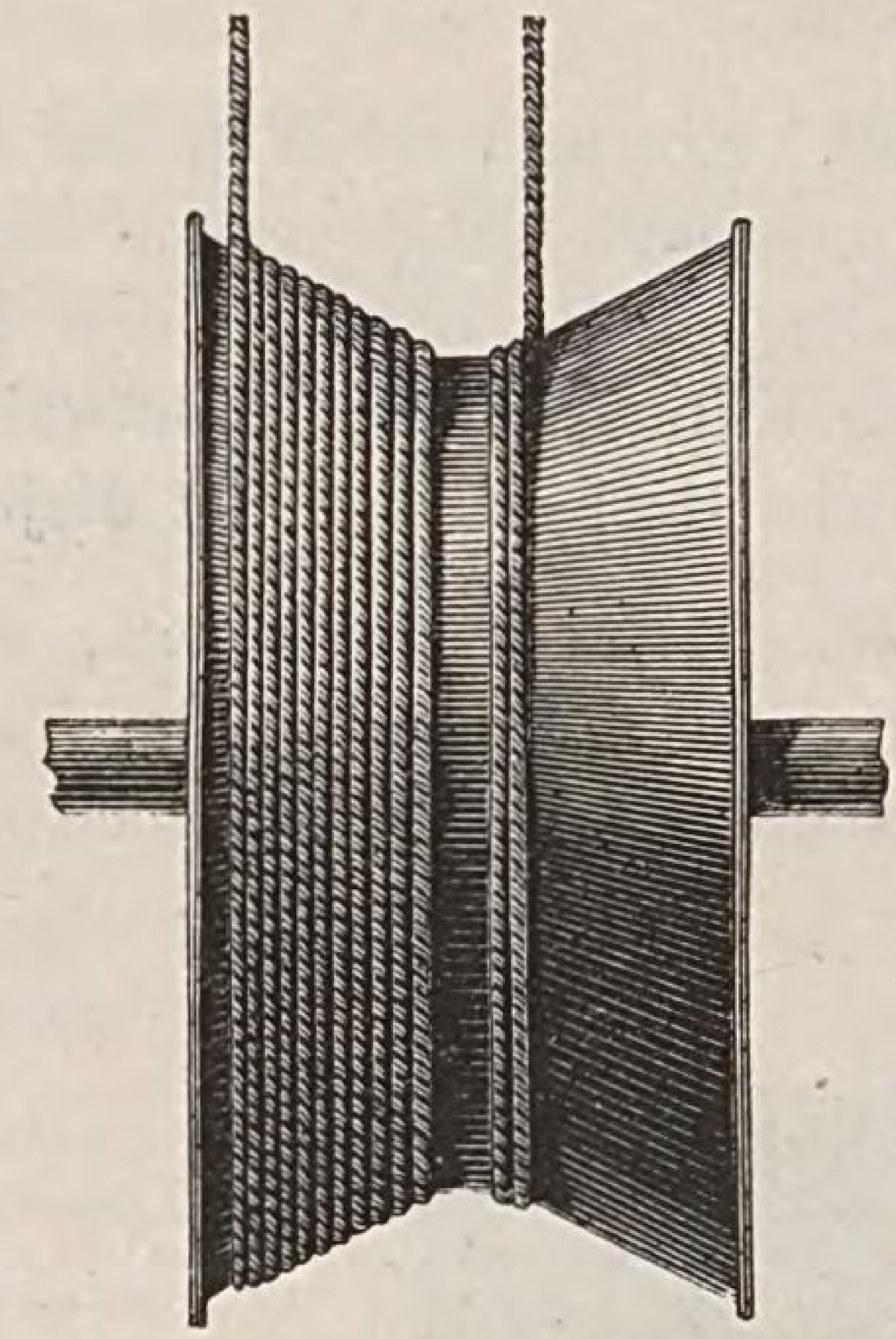


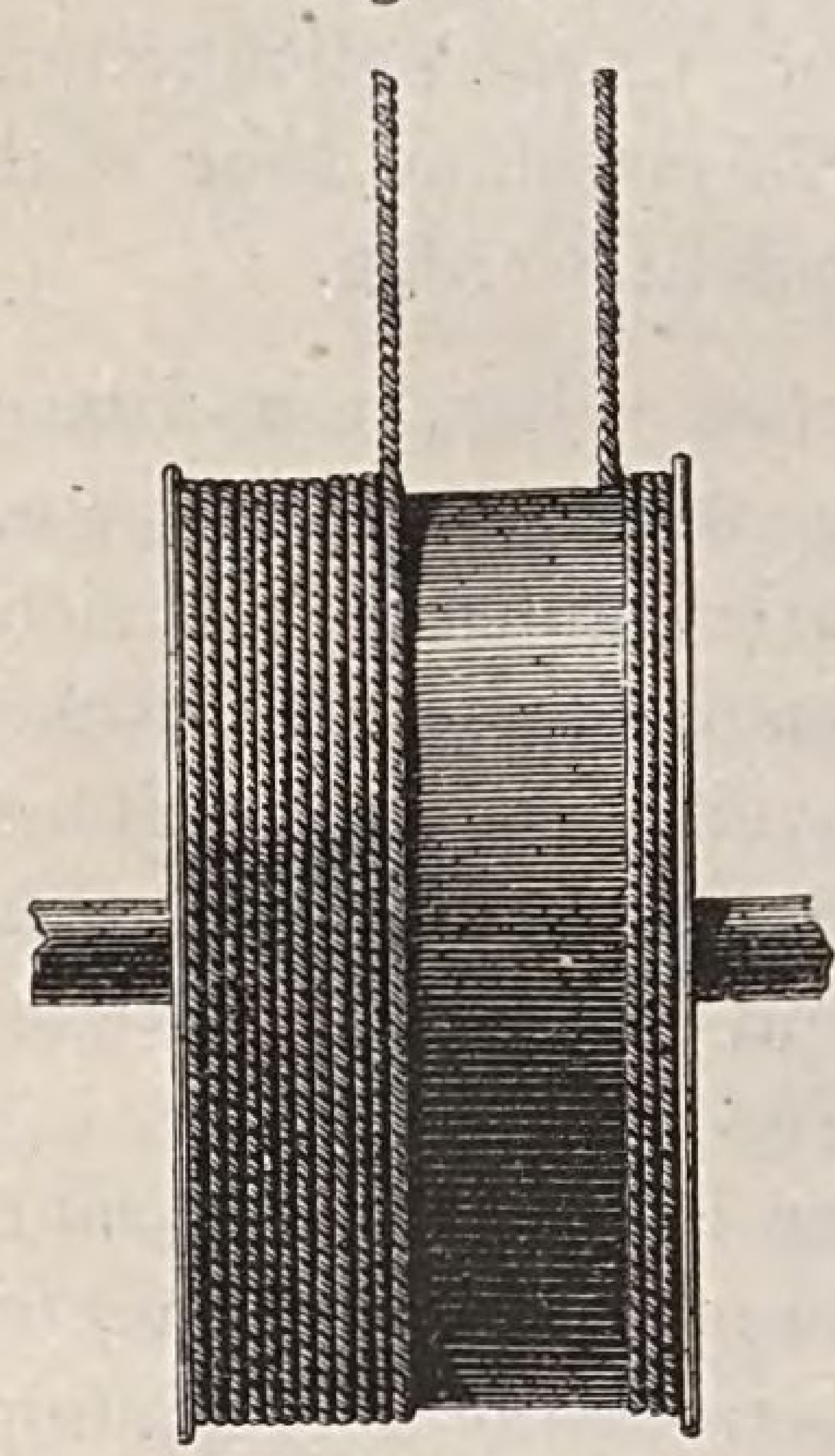
Fig. 459.



so berechnen, dass das Lastmoment am Ende des Treibens nicht negativ wird.

888. Endlich wendet man auch cylindrische Seiltrommeln bei Rundseilen an (Fig. 460) und muss dann die Ausgleichung auf indirectem Wege, z. B. durch Wirkenlassen von variablen Gegengewichten auf die Seilkorbaxe, zu erreichen suchen. Ein solches Gegengewicht hat während eines Treibens erst in dem einen und dann in dem entgegengesetzten Sinne zu wirken. Bei der Abfahrt kommt es mit seinem grössten Betrage der Maschine zu Hülfe, nach und nach nimmt seine Wirkung auf die Seilkorbaxe ab, sie wird Null bei der Begegnung der beiden Fördergerippe, wächst dann in dem umgekehrten Sinne, wirkt der Dampfmaschine entgegen und erreicht in dieser Wirkung am Schlusse des Treibens ihr Maximum *). Mit einem solchen Gegengewichte lässt sich das Gleichgewicht während des ganzen Treibens erhalten, während mit Bandseilen und Bobinen nur die Gleichheit der Lastmomente am Anfang

Fig. 460.



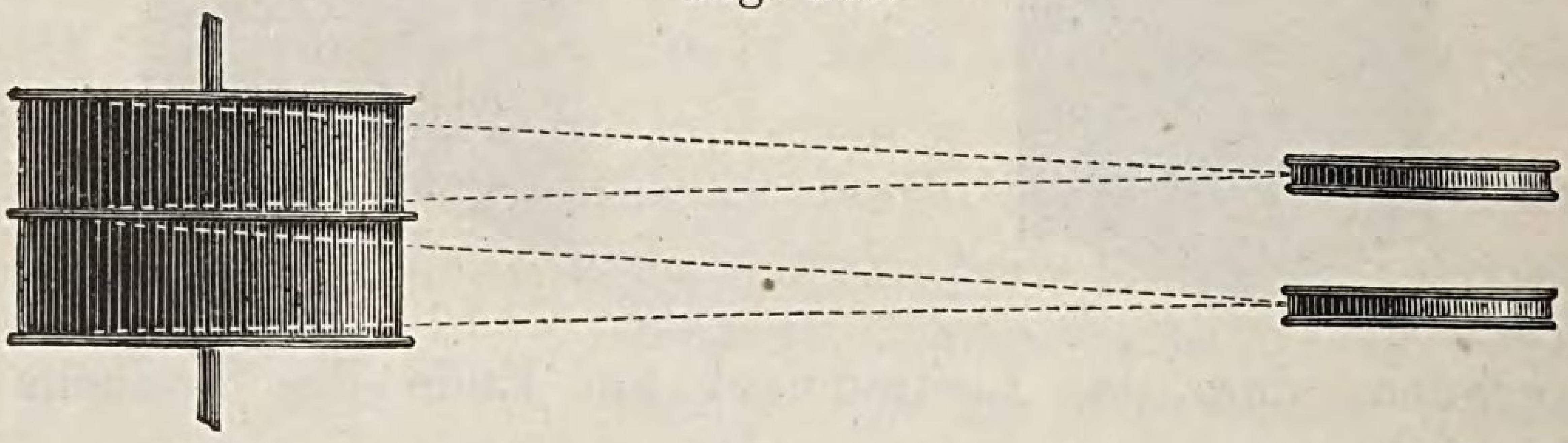
*) Auf der Grube Camphausen bei Saarbrücken ist ein solches Gegengewicht in Anwendung. L.

und am Ende des Treibens zu erzielen ist. Vom theoretisch-mechanischen Standpunkte aus ist also die Ausgleichung durch Gegengewicht bei cylindrischen Seiltrommeln tadellos. In der Praxis indessen hat sie den Nachtheil einer ziemlichen Complicirtheit und Kostspieligkeit.

889. Ein anderer Weg zur Erzielung des Gleichgewichtes besteht darin, dass man entsprechend dem sich ändernden Lastmomente auch das Kraftmoment, nämlich den Dampfdruck, sich ändern lässt, indem man den Expansionsgrad fortwährend vergrössert. Die älteste solche variable Expansion ist diejenige von Guinotte.

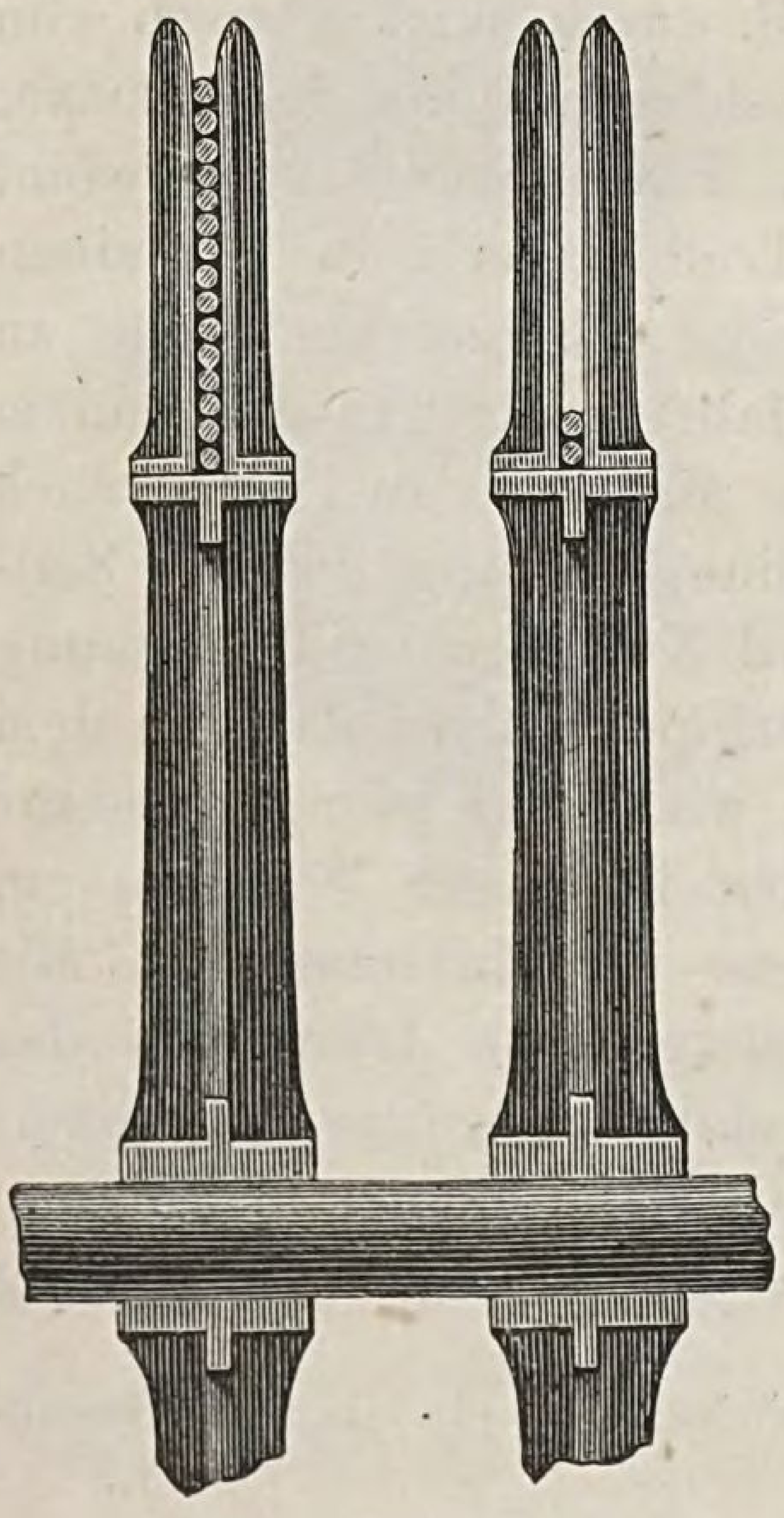
890. Alle cylindrischen, conischen oder Spiralseilkörbe haben einen Uebelstand, der mit der Teufe der Schächte wächst. Da nämlich die verschiedenen Seilringe sich nicht, wie bei Bobinen, über einander,

Fig. 461.



sondern neben einander legen, so ergeben sich schiefe Winkel zwischen den auflaufenden Seilen und der Axenrichtung der Trommeln und der Seilscheiben (Fig. 461). Diese Winkel weichen um so mehr vom rechten ab, je grösser die Anzahl der Umwickelungen ist. Zur Vermeidung grosser Unzuträglichkeiten muss dann die Fördermaschine sehr weit vom Schachte aufgestellt werden.

Fig. 462.



891. Der Verfasser hat, um dieser lästigen Bedingung überhoben zu sein, die Rundseile sich wie Bandseile auf sich selbst aufwickeln lassen. Zu diesem Zwecke dienen Bobinen mit vollen eisernen Seitenwangen, welche letzteren zwischen sich einen Spielraum von dem Durchmesser des Seiles lassen (Fig. 462).

Auf diese Weise lässt sich auch sehr gut eine Ausgleichung der Lastmomente erzielen, denn die betreffende Berechnung ergiebt grosse Anfangswerthe für den Aufwickelungsdurchmesser. Man erhält eben bei jener Aufwickelungsweise schon für

leichte Seile grosse Hebelarm-Differenzen. — Die erwähnte Methode hat sich auf einem Schachte von 150 m Teufe *) ausgezeichnet bewährt. Voraussichtlich würde bei grösserer Teufe das Resultat ein ebenso günstiges sein. In diesem Falle dürfte eine gute Lösung der so schwierigen Frage wegen der Förderung aus grosser Teufe gefunden sein.

Es ist hier der Ort, um darauf hinzuweisen, dass die Schachtförderung, die bei geringeren Teufen nach den verschiedenen Systemen ganz bequem ausführbar ist, bei Teufen von beispielsweise 800 oder 1000 m Schwierigkeiten annimmt, welchen kein einziges der bisherigen Systeme vollständig gewachsen ist.

Aloëbandseile werden, selbst wenn sie sich nach unten regelmässig verjüngen, schwer und theuer. Der Druck, welchen die ersten Umwickelungen auszuhalten haben, führt die schleunige Zerstörung des betreffenden Seilstückes herbei.

Drahtbandseile lassen keine Seilgewichtsausgleichung auf den Bobinen zu und leiden ebenfalls sehr stark unter dem Drucke der Umwickelungen.

Runde Stahldrahtseile sind zwar leicht und lassen bei abnehmendem Querschnitte bedeutende Teufen erreichen, aber ihre Aufwickelung auf Trommeln bedingt schiefe Auflaufwinkel, welche bei tiefen Schächten höchst unzuträglich werden.

892. Der deutsche Grubendirector Koepe hat eine andere Lösung der Aufgabe vorgeschlagen: Es wird nur ein Förderseil angewendet, welches mit beiden Enden in den Schacht hängt und nur mit einer halben Umwickelung über eine mit Nuth versehene Treibscheibe läuft (Figuren 463 u. 464, a. f. S.). Die Reibung des Seiles in der Nuth genügt, um während des ordnungsmässigen Ganges das Gleiten zu verhindern. Um die Gewichte der Seilenden auszugleichen, geht ein zweites Seil von dem Boden des einen Förderkorbes durch das Schachttiefste bis unter den Boden des anderen Korbes (Unterseil). Auf diese Weise kann die Seilausgleichung eine mathematisch genaue sein.

Die durch das Unterseil bedingte gegenseitige Abhängigkeit der beiden Förderkörbe hat auch zur Folge, dass ein Uebertreiben über die Seilscheiben ganz unmöglich ist. Sobald nämlich das eine Gerippe sich unten aufgesetzt hat und die Maschine das andere Gerippe noch weiter emporheben will, gleitet wegen der plötzlich vergrösserten Last das Zugseil einfach auf der Treibscheibe.

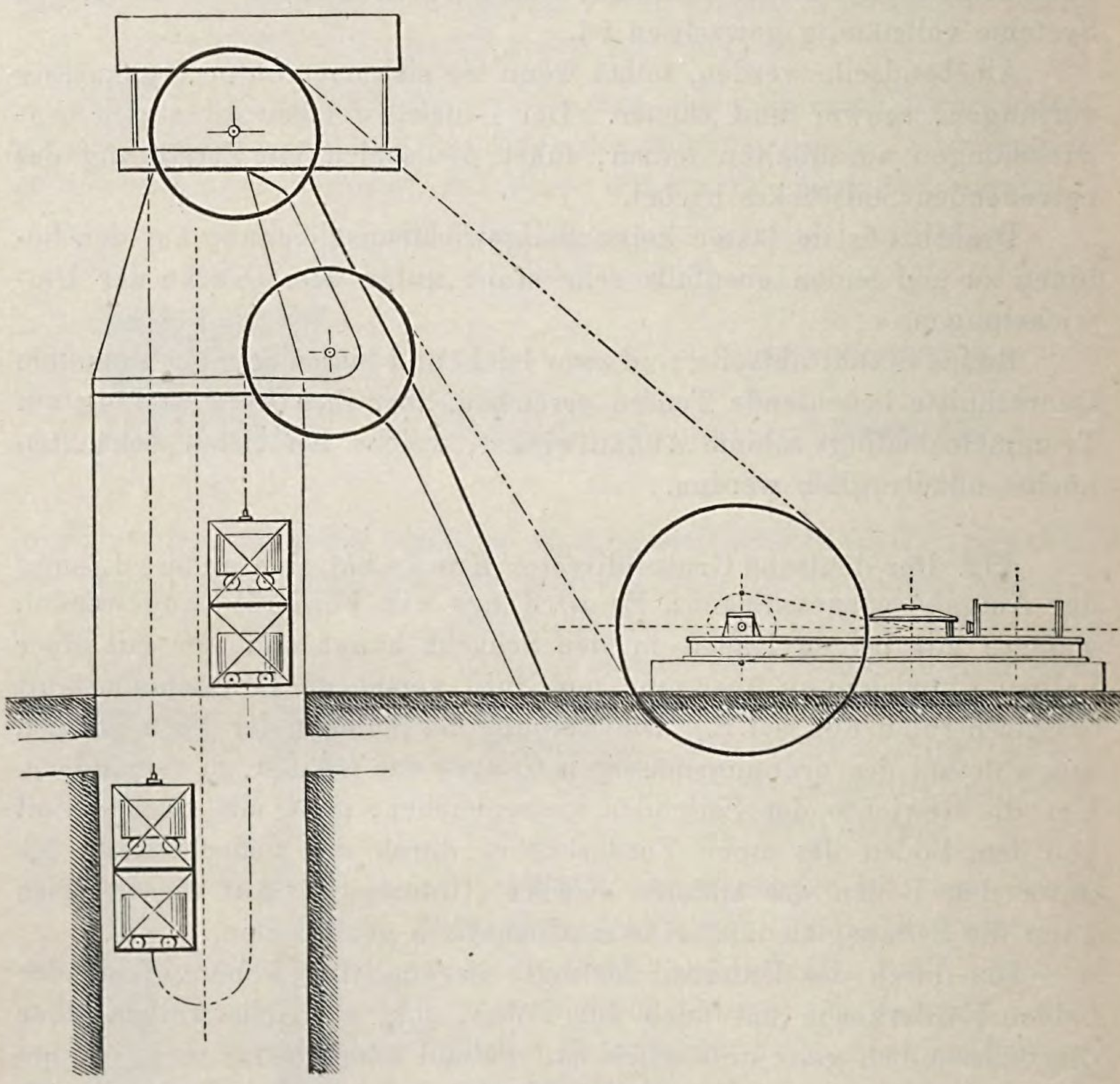
Das System erscheint beim ersten Anblick einfach und praktisch; es haften ihm aber doch ernstliche Nachtheile an. Bis jetzt ist es nur für einige Schächte von mittlerer Teufe zur Anwendung gekommen und es bleibt sehr fraglich, wie die Sache sich bei sehr grossen Teufen

*) Revue universelle des Mines, 2. série, t. IV, p. 216.

gestalten würde, zumal wenn man bedenkt, dass wegen des Unterseiles der Querschnitt des Zugseiles nach unten hin nicht abnehmen darf.

Für die gegenwärtigen Schachtteufen und vom rein maschinellen Standpunkte aus betrachtet, functionirt das System Koepe gut. Man wirft ihm indessen u. A. vor, dass bei einem Seilbruche beide Förderkörbe in den Schacht hinabstürzen und die Förderung nicht wieder in Gang zu bringen ist, wenn nicht eine Hülfsfördereinrichtung vorhanden

Fig. 463.

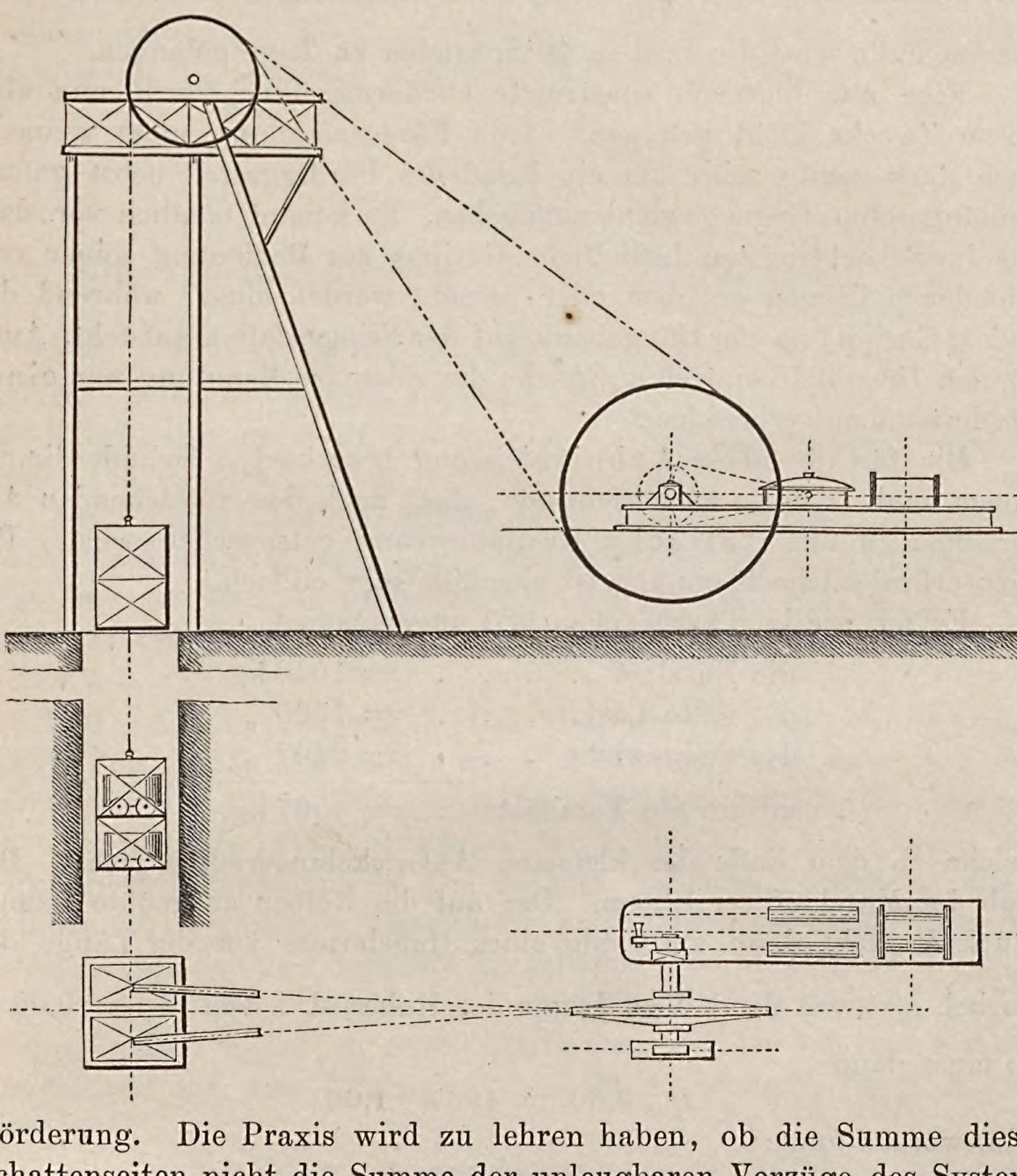


ist. Dieser Nachtheil erschien von vornherein so erheblich, dass der Erfinder ihn alsbald durch Hinzunahme eines Fangseiles zu beseitigen suchte. Dieses Fangseil läuft über besondere Seilscheiben, welche über dem Schachte auf Federn verlagert sind, und ist mit jedem Ende an einem der beiden Fördergerippe befestigt. Beim gewöhnlichen Gange folgt dasselbe der Bewegung der Förderkörbe, ohne eine Belastung zu erfahren. Wenn aber das Hauptseil reisst, wird das Gewicht der Gerippe durch das Hülfsseil aufgenommen, die Seilscheiben des letz-

teren werden niedergezogen und schleifen in Folge dessen über hölzerne Bremsklötze. Die Bewegung hört daher bald auf, ohne dass weiterer Schaden geschehen ist. Hinsichtlich dieser Wirkung ist die Einrichtung eine glückliche; sie beeinträchtigt jedoch die Einfachheit des Ganzen erheblich.

Eine fernere Schattenseite des Systems Koepe ist die gegenseitige Abhängigkeit der beiden Förderkörbe auch während der regelmässigen

Fig. 464.



Förderung. Die Praxis wird zu lehren haben, ob die Summe dieser Schattenseiten nicht die Summe der unleugbaren Vorzüge des Systems Koepe überwiegt und bis zu welcher Teufe es überhaupt anwendbar ist*).

*) Das Unterseil allein, ohne die übrigen Neuerungen des Koepe'schen Systems, wird in jüngerer Zeit recht häufig angewendet. Es ist leicht abzusehen, welche von den oben angeführten Nachtheilen damit in den Kauf genommen und welche dadurch vermieden werden. L.

893. Die Stärke, welche eine Fördermaschine erhalten muss, ist in jedem gegebenen Falle sehr einfach zu berechnen. Es sei beispielsweise eine Nutzlast von 1500 kg mit einer Geschwindigkeit von 10 m pro Secunde aus einer Teufe von 700 m zu fördern. Die Arbeitsleistung pro Secunde ist dann also 1500 . 10 = 15 000 Kilogrammmeter. Da eine Pferdekraft eine Arbeit von 75 Kilogrammmeter in der Secunde vorstellt, so muss die Maschine im Stande sein, während des Treibens eine Nutzleistung von $\frac{15\,000}{75} = 200$ Pferdekräften zu entwickeln. In diesem Falle wird die Last in 40 Secunden zu Tage gelangen.

Eine nur hiernach construirte Fördermaschine würde nun aber ihrem Zwecke nicht genügen. Jede Fördermaschine muss vielmehr auch stark genug sein, um ein beladenes Fördergestell nebst ganzer Seillänge ohne Gegengewicht anzuheben. Es kommt nämlich vor, dass das im Schachttiefsten befindliche Gerippe zur Bedienung seiner verschiedenen Etagen gehoben oder gesenkt werden muss, während das andere Gerippe an der Hängebank auf den Schachtfallen aufsteht. Auch können Umstände eintreten, welche die zeitweise Benutung nur eines Fördertrummes erheischen.

Die für die obige Arbeitsleistung berechneten Cylinderdimensionen sind daher so zu berichtigen, dass auch den vorstehenden Ansprüchen an die statische Kraftäusserung entsprochen wird. Die dazu erforderliche Rechnung ist ebenfalls sehr einfach.

Es sei, wie im Paragraphen 882 angenommen,

die Nutzlast	= 1040 kg
die todte Last. . . .	= 1520 „
das Seilgewicht . . .	= 2407 „
mithin die Totallast .	= 4967 kg,

welche an dem Ende des kleinsten Aufwickelungsradius zieht. Der Hub der Maschine sei 1,20 m. Der auf die Kolben ausgeübte Dampfdruck P wirkt dann am Ende eines Hebelarmes von der Länge der Kurbel, also von der halben Länge des Hubes, d. i. von $\frac{1,20}{2} = 0,06$ m. Es muss dann

$$P \,.\, 0,60 = 4967 \,.\, 1,06$$

sein, woraus folgt:

$$P = 8775.$$

Dieser Druck muss aber schon auf einen einzigen Kolben wirken, da bei den Zwillingsmaschinen die eine Kurbel gerade auf dem todten Punkte steht, wenn die andere die volle Länge des Hebelarmes darbietet.

Die wirkliche Dampfspannung hinter dem Kolben mag 4 Atmosphären Ueberdruck betragen, was einem Drucke von 4,12 kg pro

Quadratcentimeter entspricht. Die wirksame Fläche jedes der beiden Kolben muss dann

$$\frac{8775}{4,12} = 2139 \text{ qcm}$$

sein, entsprechend einem Durchmesser von 0,53 m. Für die Ausführung wird man etwa 0,60 m nehmen, um ganz sicher zu gehen.

Wenn also die nach der erforderlichen Arbeitsleistung berechneten Dimensionen geringer sein sollten, als die unter den letzteren Gesichtspunkten (statische Kraftäusserung) gefundenen, so muss man die letzteren Dimensionen und nicht die ersteren wählen.

§. 6.

Sonstige Einzelheiten bei der Schachtförderung.

894. Bedienung der Fördergerippe. — Das „An- und Abschlagen" muss mit möglichster Schnelligkeit besorgt werden. Wenn die Gerippe nur aus einer Etage bestehen, sind die nöthigen Vorrichtungen sehr einfach:

Am Füllorte wird eine starke Bühne oder ein System von Balken durch den Schacht gelegt, auf welche sich das Fördergestell so aufsetzt, dass die Schienen seines Bodens mit den Belagplatten des Füllortes correspondiren.

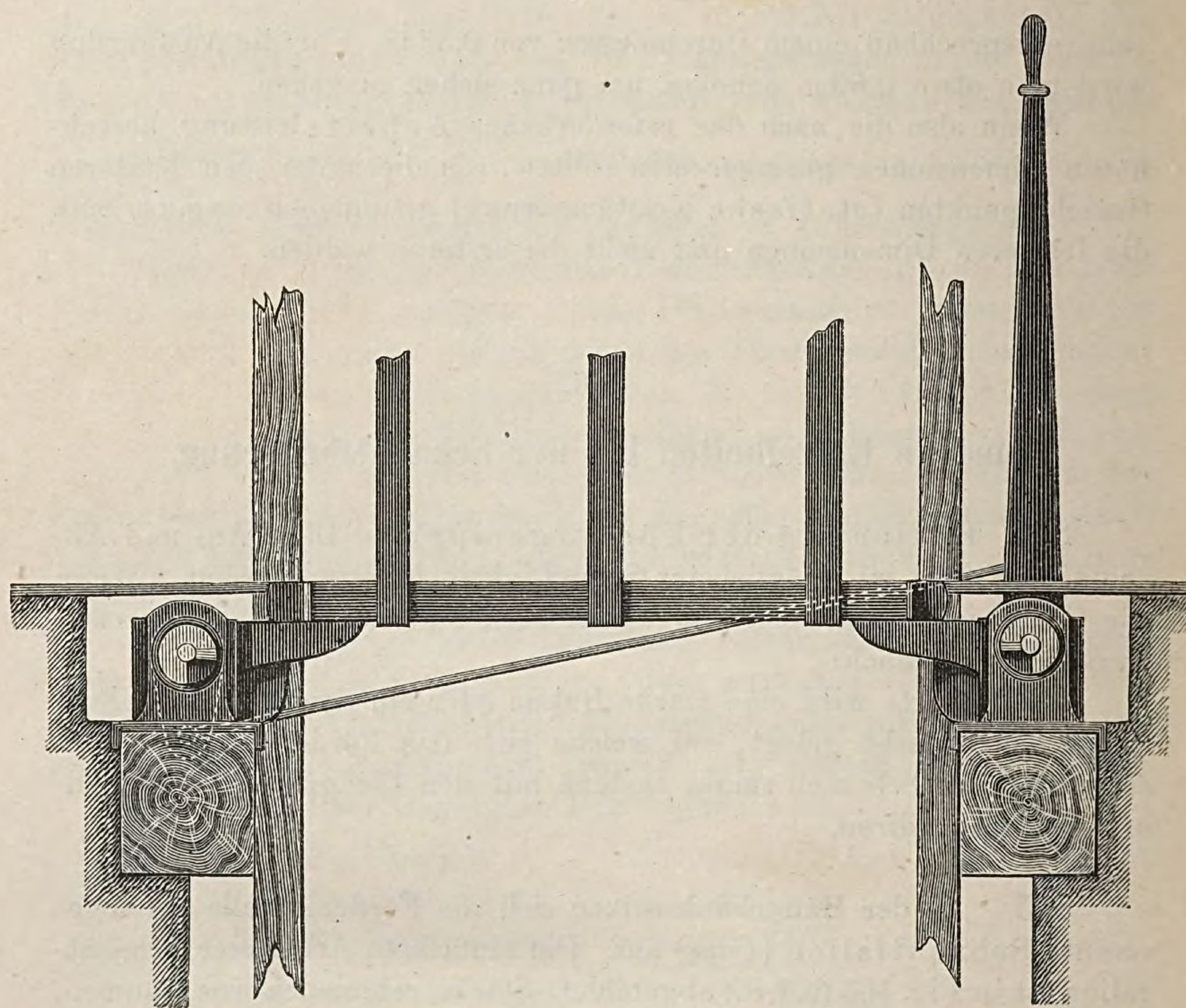
895. An der Hängebank setzen sich die Fördergestelle auf sogenannte Schachtfallen (*Caps*) auf. Die einfachste Art dieser Schachtfallen ist in Fig. 465 (a. f. S.) abgebildet. Starke, schmiedeiserne Daumen, deren Drehpunkte in den Schachtstössen verlagert sind, springen von beiden Seiten horizontal in den Schacht vor und werden in dieser Stellung durch stützende Ansätze der Zapfenlager gehalten. Wenn das Fördergerippe aus dem Schachte heraufkommt, so lüftet es die Daumen von den stützenden Ansätzen und dreht sie in die Schachtstösse zurück. Ist das Gerippe vorbei, so fallen die Daumen wieder vor und ersteres braucht nur um eine Kleinigkeit gesenkt zu werden, um sich aufzusetzen.

Soll der Förderkorb wieder niedergehen, so wird er zuerst ein wenig angehoben. Mittelst eines Hebelwerkes werden dann alle Daumen gleichzeitig zurückgedreht, um nach dem Passiren des Förderkorbes wieder in die horizontale Lage gebracht zu werden *).

*) Neuerdings hat man in Deutschland Schachtfallen, bei welchen die vorspringenden Daumen oder dergleichen nicht durch feste Ansätze der Zapfenlager, sondern durch hydraulische Kolben gestützt werden. Nimmt man

896. Wenn die Förderkörbe aus mehreren Etagen bestehen, kann die Bedienung dieser einzelnen Etagen auf verschiedene Weise bewerkstelligt werden.

Fig. 465.



897. Die eine Methode besteht darin, dass man alle Etagen nach einander auf die Schachtfallen aufsetzt. Das gleiche Manöver findet für das am Füllorte befindliche Gerippe statt, woselbst dann ebenfalls Schachtfallen im Niveau der Belagplatten eingebaut sein müssen. Bei cylindrischen Seiltrommeln, sorgfältig regulirten Seilen und präciser Maschinenführung kann man die Manöver für die Hängebank und das Füllort gemeinsam ausführen.

Vorstehende Methode ist zwar sehr verbreitet, hat aber doch ernstliche Schattenseiten. So schnell auch die Maschinenmanöver und das Wechseln der Förderwagen ausgeführt werden mögen, so erfordern diese Operationen doch immer einen namhaften Theil der ganzen Förder-

durch Oeffnen eines Ventiles den Druck unter diesen Kolben hinweg, so weichen die Daumen unter dem Gewichte des Förderkorbes schräg nach unten zurück und lassen denselben vorbeisinken, ohne dass er vorher angehoben zu werden braucht. L.

zeit. Auch greift das häufige Aufsetzen und Wiederanheben die Gerippe, Seile u. s. w. stark an. Diese Manöver machen ferner bedenklich hohe Ansprüche an die Gewandtheit und Aufmerksamkeit des Maschinisten.

898. Die vorstehenden Uebelstände fallen fort, wenn man für jede Förderkorbetage, sowohl an der Hängebank wie am Füllorte, ein besonderes Anschlagsniveau hat, so dass alle Etagen gleichzeitig bedient werden können. Diese Einrichtung ist jedoch theurer als die andere, da sie mehr Personal erfordert. Bei starker Förderung wird diese Mehrausgabe natürlich bald durch die Vortheile des regelmässigeren und schnelleren Betriebes aufgewogen.

899. Die Einrichtung ist bei letztgedachter Methode folgende:

Das Füllort erhält ebenso viele über einander liegende Zwischenböden, wie das Gerippe deren hat. Diese verschiedenen Niveaus stehen mit der eigentlichen Fördersohle durch seigere Bremsen, kleine Bremsberge oder durch geneigte oder seigere Aufzüge in Verbindung. Im Allgemeinen entspricht der Fördersohle eine der oberen Förderkorbetagen, so dass die geladenen Wagen nicht sowohl gehoben als vielmehr niedergebremst werden.

Da die Abstände der einzelnen Förderkorbetagen meist weniger als die Höhe eines Menschen betragen, so legt man die Anschlagsbühnen gerne abwechselnd auf die eine und auf die andere Seite des Schachtes, so dass genügend hohe Räume für die Anschläger entstehen.

Die in Rede stehende Methode lässt eine sehr schnelle Abfertigung der Fördergestelle zu, aber sie bedingt unangenehm grosse Erweiterungen des Schachtes an jeder Sohle. Zuweilen, wenn ein Theil der Schachtscheibe noch frei ist, kann man die Continuität des Schachtes dadurch bewahren, dass man die Bremseinrichtung in diesen selbst verlegt. In anderen Fällen sieht man sich auch wohl veranlasst, am Füllorte das Gerippe sich auf eine abbalancirte Bühne aufsetzen zu lassen, durch deren allmähliches Senken sämmtliche Förderkorbetagen vor das einzige Anschlagsniveau gebracht werden. Auf diese Weise vermeidet man die Maschinenmanöver für das Füllort, hat aber immer noch einen gewissen Zeitverlust.

Das Beste bei sehr starker Förderung ist nach alledem, die Anzahl der Förderkorbetagen möglichst zu verringern und so viele Anschlagsbühnen zu machen, als Etagen da sind.

900. Wenn der Förderkorb am Füllorte mit der Maschine gehoben und gesenkt wird, so müssen dort, wie schon erwähnt, ebensolche Schachtfallen vorhanden sein, wie an der Hängebank. Diese Schachtfallen sind eine weitere Quelle von Unzuträglichkeiten, ja Gefahren, welche durch die Anwendung der vielfachen Anschlagsbühnen

vermieden wird. Die Gefahr ist noch grösser, wenn man in dem Schachte bei jedem Treiben von verschiedenen Sohlen fördert. Dieses Verfahren, bei welchem also auf der untersten Sohle nur ein Theil der leeren Wagen des Förderkorbes mit geladenen vertauscht wird und unterwegs angehalten werden muss, um den Rest der Ladung aufzunehmen, dieses noch häufig*) in Anwendung stehende Verfahren bringt überhaupt recht bedeutende Unzuträglichkeiten mit sich. Es bedingt einen beträchtlichen Zeitverlust wegen der Unterbrechungen des Treibens und der ungleichmässigen Fördergeschwindigkeit. Ausserdem aber erfordern eben jene Schachtfallen an den Zwischensohlen eine ausserordentliche Aufmerksamkeit. Man begreift ja, welches Unheil das unzeitige Geschlossensein dieser Apparate verursachen kann, wenn der betreffende Förderkorb mit grosser Geschwindigkeit herabkommt, um zunächst auf einer tieferen Sohle geladene Wagen aufzunehmen.

901. Um solche Vorkommnisse zu vermeiden, hat man verschiedene Vorkehrungen erdacht.

Eine derselben besteht in einem Hebelwerke, welches so angeordnet ist, dass das vorbeipassirende Gerippe selbst die Schachtfallen öffnet, falls sie geschlossen sein sollten.

Eine andere Einrichtung, das „*sémaphore des mines*“ der Grube Hasard bei Lüttich, ist die, dass die Schachtfallen der Füllörter durch den Maschinisten oder einen Gehülfen desselben von Tage aus gehandhabt werden. Die Uebertragung der Bewegung erfolgt den ganzen Schacht entlang durch ein Gestänge von schmiedeisernen Röhren, wie solche Gestänge in neuerer Zeit an den Bahnhöfen zum Behufe einer centralen Handhabung der optischen Signale und der Weichen Anwendung finden.

Besser noch als solche Sicherheitsvorkehrungen dürfte es sein, die Schachtförderung von Zwischensohlen überhaupt zu vermeiden und alle Kohlen, nöthigenfalls mittelst seigerer oder flacher Bremsschächte, auf der tiefsten Fördersohle zu vereinigen. Die Mühe des Abbremsens und der Arbeitsaufwand beim Wiederaufwärtsfördern der von den höheren Niveaus kommenden Kohlen werden reichlich durch den flotteren, regelmässigeren und sichereren Gang der Schachtförderung wieder aufgewogen. Zuweilen ist es allerdings nicht möglich, die Zwischenfüllörter ganz aufzugeben; in diesem Falle muss dann den betreffenden Schachtfallen unausgesetzt eine ganz besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

902. Zur Bedienung der Förderkörbe an der Hängebank dienen ähnliche Vorkehrungen, wie an den Füllörtern, nur ist dort das Manövriren des Förderkorbes mit weniger Unzuträglichkeiten verbunden,

*) Besonders in Belgien. L.

weil der Maschinist denselben direct sehen kann oder doch auf andere Weise viel bessere Fühlung mit der Hängebank hat, als mit dem Füllorte. Man begnügt sich daher auch bei 4- oder 6etagigen Förderkörben sehr oft mit einer oder zwei Abzugsbühnen und besorgt das Uebrige durch die Maschinenmanöver. Die zwei Abzugsbühnen stehen entweder jede mit einer besonderen Verlade- resp. Rättereinrichtung in Verbindung, oder sie communiciren unter einander durch eine Bremse oder einen Aufzug. Letzterer findet sich zuweilen durch die Seilscheibenaxen selbst betrieben. Die Beförderung der Wagen von der einen Abzugsbühne zur anderen erfolgt dann während der einzelnen Treiben und durch die Fördermaschine als Kraftquelle.

903. Bei der Schachtförderung kommen noch einige andere, nicht unwichtige Punkte in Betracht. So z. B. müssen die Förderseile stets gut regulirt sein, damit, wenn der eine Förderkorb an der Hängebank und der andere am Füllorte auf den Schachtfallen steht, nicht zu viel „Hängeseil“ vorhanden ist, welches sich sonst über dem unten befindlichen Förderkorbe staucht und umbiegt und in Folge dessen sehr bald an Tragfähigkeit verliert.

Die Seilregulirung wird immer von Zeit zu Zeit wieder nothwendig, da die Seile sich im Gebrauche oder in Folge von Temperaturerhöhungen längen und da das den Stauchungen ausgesetzte Stück über dem Förderkorbe der Sicherheit wegen öfters abgehauen werden muss. Bei Bobinen mit Bandseilen kann man das „Hängeseil“ durch Auflegen von Seilstücken auf den Kern der Spule entfernen. Bei den neueren Fördermaschinen sitzt indessen vielfach nur e i n e Bobine auf der Axe fest, während die andere von ihrer Verbindung mit der Axe gelöst, auf ihr gedreht und in anderer Stellung wieder festgekeilt werden kann. Die Seilregulirung geht dann sehr einfach und rasch von Statten. Das der lösbaren Bobine entsprechende Gerippe wird an der Hängebank auf die Schachtfallen gesetzt und die Bobine gelöst. Hierauf holt man mit der Maschine und der festsitzenden Bobine das Hängeseil über dem unten stehenden Förderkorbe weg und keilt dann die erste Bobine wieder fest.

Das gleiche Verfahren wird für Rundseile und Seiltrommeln angewendet, bei denen die Regulirung nach der anderen Methode noch schwieriger ist, als bei Bobinen und Bandseilen.

904. Es kann vorkommen, dass der Maschinist seine Maschine nicht rechtzeitig anhält oder sich in dem Gebrauche der verschiedenen Hebel versieht und dass in Folge dessen der Förderkorb mehr oder weniger heftig bis an die Seilscheiben gezogen wird. Dies ist um so eher möglich, je grösser die Fördergeschwindigkeit ist. Es entstehen daraus jedesmal schlimme Betriebsstörungen und oft bedeutende Beschädigungen an den Seilscheiben, der Maschine, den Seilen, den

Fördergerippen und den Leitungen, wenn nicht sogar die Verunglückung von Menschen. Die Mittel zur Verhütung solcher Unfälle sind folgende:

905. Zunächst müssen die Seilscheiben möglichst hoch über der Hängebank angebracht werden. Bei neuen Anlagen nimmt man selten weniger als 15 m, oft sogar 20 m Höhe hierfür an.

906. Sodann muss die Maschine leicht, ohne grossen Kraftaufwand von Seiten des Maschinisten, gehorchen. Ventilsteuerung ist in dieser Beziehung günstig, die grossen Schiebermaschinen versah man zu jenem Zwecke mit sogenannten *servomoteurs.*

907. Ferner muss der ganze Mechanismus fast momentan zum Stillstande gebracht werden können und zu diesem Zwecke mit einer starken Bremsvorrichtung versehen sein. Dieselbe, entweder Band- oder zweiseitige Backenbremse, muss an einem auf die Seilkorbaxe selbst aufgekeilten Rade wirken. Sie wird durch den Kolben eines besonderen Dampfcylinders in Thätigkeit gesetzt, in den der Maschinist durch Bewegung eines Hebels von seinem Platze aus den Dampf einströmen lassen kann. Die Bremse muss die Maschine auch bei geöffneter Drosselklappe in Ruhe halten können.

Empfehlenswerth ist die Anordnung, bei welcher die Bremse sowohl mit der Hand als mit dem Dampfkolben angedrückt werden kann. Neue Maschinen werden fast immer in dieser Weise ausgestattet.

908. Der Maschinist muss auch rechtzeitig von der Annäherung des heraufkommenden Förderkorbes an die Hängebank benachrichtigt werden und muss überhaupt in jedem Augenblicke die Stellung der Gerippe im Schachte erkennen können.

Zu diesen Zwecken sind die Fördermaschinen mit Teufenzeiger und Warnschelle versehen.

Der Teufenzeiger besteht in der Regel aus einer Art Zifferblatt mit radialem Zeiger oder aus einem geradlinigen Maassstabe mit entlang laufenden Marken. Der Zeiger beziehungsweise die Marken werden durch Schraubenspindeln und Zahnradübertragung von der Maschinenwelle aus bewegt. Die Teufenzeiger müssen unter allen Umständen zuverlässig functioniren, da das kleinste Missverständniss von Seiten des Maschinisten ernstliche Unfälle herbeiführen kann.

Unabhängig von dem Teufenzeiger benachrichtigen die ebenfalls von der Maschine bewegten Warnschellen den Maschinisten, wenn das Treiben sich seinem Ende nähert und es also Zeit ist, den Gang der Maschine zu verlangsamen.

909. Trotz dieser verschiedenen Apparate kann es doch vorkommen, dass in Folge eines falschen Handgriffes oder in Folge von

Unaufmerksamkeit des Maschinisten das Gerippe bis zu den Seilscheiben emporgezogen wird. Zur Abwendung der gefährlichen Folgen eines solchen Falles giebt es wiederum verschiedene Vorkehrungen.

Ein häufig angewandtes Mittel besteht darin, die Schachtleitungen unterhalb der Seilscheiben einander zu nähern, so dass das zu hoch gehobene Fördergerippe sich zwischen denselben festklemmen muss. Damit, wenn in einem solchen Falle das Seil oder die Zwieselketten reissen, das Gerippe nicht frei herabfällt, sind in der geeigneten Höhe Sicherheits-Schachtfallen angebracht, auf welche das Gerippe sich aufsetzen kann.

Eine andere Methode ist die, mit dem Mechanismus der Warnschelle einen anderen Mechanismus zu verbinden, welcher, wenn das Treiben zu lange fortgesetzt wird, die Bremse automatisch zuwirft.

910. Statt in dem gefährlichen Momente die Maschine zum Stillstande bringen zu wollen, kann man es auch darauf absehen, einfach die Verbindung zwischen Seil und Förderkorb zu lösen und gleichzeitig den letzteren aufzufangen. Es giebt zahlreiche Variationen solcher lösbaren Sicherheitsschlösser. Auf dem Continente sind dieselben jedoch wenig verbreitet; man scheint zu fürchten, dass sie sich während des regelmässigen Treibens, in Folge eines darauf fallenden Gegenstandes oder irgend eines Stosses einmal von selbst öffnen könnten.

Fig. 466.

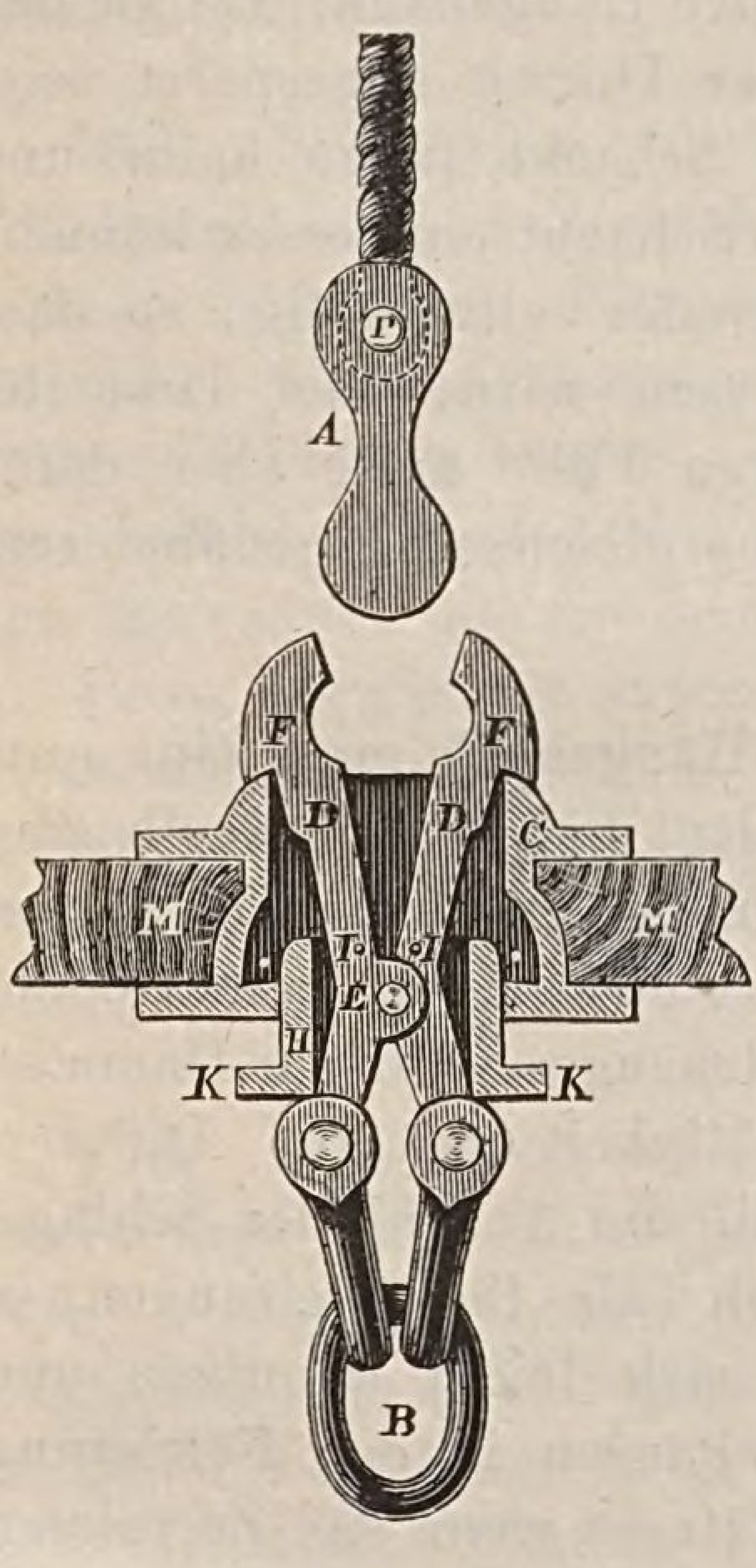


Fig. 466 zeigt ein in England angewandtes Schloss jener Art. Das Endstück *A* wird von einer Zange *DD* ergriffen, welche durch den Muff *H* geschlossen gehalten wird. Der Muff selbst wird durch zwei Vorsteckstifte *II*, welche auch durch die Zange hindurchgehen, an Ort und Stelle gehalten. Wenn nun der Förderkorb zu hoch geht, wird der Muff *H* durch ein im Schachtgerüst verlagertes Stück *C* zurückgehalten, die Stifte *II* werden durchschnitten und die unteren Zangenhebel werden durch den Muff *H* zusammengedrückt. Die oberen Zangenklauen gehen also aus einander und lassen das Förderseil fahren. Der Förderkorb aber wird dadurch am Zurückfallen gehindert, dass sich die äusseren Nasen *FF* der Zange auf dem Stück *C* festhaken.

911. Noch andere Sicherheitsvorkehrungen bei der Schachtförderung werden durch die Möglichkeit eines plötzlichen Seilbruches bedingt.

Ein Seilbruch während der Förderung verursacht immer eine grosse Betriebsstörung und oft bedeutende Beschädigungen im Schachte. Besonders aber wenn Menschen auf dem Förderkorbe sind, nimmt ein solcher Unfall einen verhängnissvollen Charakter an.

912. Um die schweren Folgen eines Seilbruches möglichst zu vermeiden, hat man Fangvorrichtungen für die Förderkörbe construirt. Es giebt sehr zahlreiche Systeme solcher Vorrichtungen. Sie beruhen sämmtlich auf dem Princip, dass im Falle des Seilbruches starke Klauen oder dergleichen fest gegen die Schachtleitungen angedrückt werden und auf diese Weise den Förderkorb festklemmen. Das Andrücken erfolgt durch Hebelvermittelung unter der Wirkung einer starken Feder, welche für gewöhnlich vom Förderseile aus gespannt gehalten wird.

913. Ein fernerer sehr beachtenswerther Punkt ist der Verschluss des Schachtes. Letzterer muss an der Hängebank, wie an den Füllörtern durch bewegliche Barrièren oder Thüren abgesperrt sein, damit Niemand ohne Verschulden in den Schacht fallen kann und die Anschläger keine Wagen in den offenen Schacht einstossen können.

Man macht den Schachtverschluss entweder selbstthätig, so dass er von dem Gerippe geöffnet und geschlossen wird, oder lässt ihn durch die Arbeiter handhaben. Im letzteren Falle muss aber dafür gesorgt werden, dass niemals beide Trumme gleichzeitig geöffnet sein können.

914. Zwischen dem Füllorte und der Hängebank muss eine gute Signalverbindung bestehen. Gewöhnlich dient hierzu ein Schellenzug aus starkem Eisendraht oder aus einem dünnen Drahtseile, der an der Hängebank an einer starken Feder oder einem Hebel mit Gegengewicht hängt. Beim Ziehen dieses Schellenzuges wird ein Hammer, eine Schelle oder eine Schlagglocke in Thätigkeit gesetzt. Die verabredeten Zeichen unterscheiden sich durch die Anzahl der Schläge.

Die gewöhnlichen Schellenzüge haben als Signalleitungen in Förderschächten den Uebelstand, dass sie sich leicht abnutzen und zerreissen. Hierdurch können unliebsame Pausen in der Förderung und sogar Unfälle herbeigeführt werden; letzteres, wenn das Zerreissen erfolgt, bevor das Signal beendigt ist, und der Maschinist in Folge dessen ein falsches Signal erhält. Auch erlauben die Schellenzüge nicht, von der Hängebank zum Füllorte zu signalisiren, was doch zuweilen sehr erwünscht sein kann.

915. Diesen Mängeln kann bei Schächten von geringer Teufe durch Anwendung eines Sprachrohres abgeholfen werden. Bei grösserer Teufe indessen werden die so zu vermittelnden Töne schwach und undeutlich.

916. Die besten Signalvorrichtungen für alle Teufen sind die elektrischen. Eine elektrische Leitung, einmal eingerichtet, bedarf sozusagen keiner Reparatur, wenn sie nur von Anfang an auf geeignete Weise isolirt und geschützt ist. Auch bietet sie den Vortheil, Signale in beiden Richtungen zu übermitteln.

Die elektrischen Signalvorrichtungen finden denn auch immer allgemeinere Anwendung. Die Elektricität wird entweder durch galvanische Batterien oder durch Inductionsapparate erzeugt.

Da die Signale nur von den Endpunkten der Leitung gegeben werden können, so muss immer noch ein gewöhnlicher Schellenzug im Schachte vorhanden sein, um bei Schachtreparaturen oder besonderen Vorfällen von jedem beliebigen Punkte des Schachtes aus signalisiren zu können. Dieser Schellenzug dient auch zur Reserve für den elektrischen Apparat und tritt unmittelbar für diesen ein, wenn derselbe versagen sollte.

917. Schliesslich bleibt noch auf die sehr empfehlenswerthen Hülfsdampfhaspel als Sicherheitsapparate bei der Schachtförderung aufmerksam zu machen. Eine solche kleine Reservemaschine kann im Falle plötzlichen Unbrauchbarwerdens der Hauptfördereinrichtung äusserst werthvolle Dienste leisten. Natürlich muss sie in jedem Augenblicke zur Inbetriebsetzung bereit sein. Für mehrere benachbarte Schächte kann man einen gemeinsamen locomobilen Hülfshaspel benutzen.

Diese Hülfshaspel haben in der Regel eine cylindrische Seiltrommel mit rundem Stahldrahtseil, welches letztere darauf berechnet ist, ein beladenes Gerippe zu heben. Die Trommel wird mittelst Zahnradvorgeleges durch eine kleine Zwillingsmaschine betrieben. Die Apparate nehmen wenig Platz ein und sind verhältnissmässig wenig kostspielig.

918. Wir haben weiter oben schon gesehen, dass die auf der Aufwindung eines Seiles beruhende Schachtförderung, bei mittleren Teufen leicht und bequem, bei sehr grossen Teufen in allen ihren Modificationen ernstliche Schwierigkeiten in sich birgt. Schon wiederholt sind daher Vorschläge aufgetaucht, welche auf principiell ganz andere Fördermethoden abzielen. Der einzige bis jetzt im Grossen ausgeführte Versuch dieser Art ist die atmosphärische Rohrförderung von Blanchet, welche auf der Grube Epinac in Frankreich in einem Schachte von 600 m Teufe im Betriebe ist und ganz gut zu functioniren scheint.

Ein nach Art der Pumpenrohre frei im Schachte eingebautes eisernes Rohr enthält einen Kolben, an welchem ein für mehrere Förderwagen eingerichteter Förderkorb hängt. Das Rohr steht unten mit der Atmosphäre, oben mit einer luftansaugenden Maschine in Verbindung. Durch Oeffnen gewisser Verbindungen kann aber auch der obere Theil des Rohres nach Belieben mit der Atmosphäre in Verbindung gebracht werden. Wenn die Maschine die Luft über dem Kolben verdünnt, wird dieser mit der Last durch die unten nachdrückende Luft emporgehoben. Wenn oben wieder Luft zugelassen wird, gleicht sich der Druck aus, der Kolben sinkt nieder und treibt die Luft unten heraus.

Thüren und Aufsatzfallen, Schieber und Hähne gestatten durch ihr entsprechendes Spiel das An- und Abschlagen am Füllorte und an der Hängebank. Barometer und Signalvorrichtungen, Zählwerke und Chronometer lassen den Stand des Kolbens in jedem Augenblicke erkennen.

Das Rohr ist entweder einfach oder doppelt. Im letzteren Falle geht in der einen Abtheilung ein leerer Zug nieder, während in der anderen ein beladener emporsteigt. Die Luftdruckdifferenz hat dann nur die reine Nutzlast und die Reibung zu überwinden.

Der Erfinder hat in einem besonderen Aufsatze*) die Vorzüge, welche er seinem Systeme zuspricht, eingehend dargelegt. Er will die Einrichtung auch für die Wetterführung nutzbar machen. Bei doppeltrummigem Rohr soll die aufgewandte Dampfarbeit besser ausgenutzt werden, als bei den Seilmaschinen. Der Vergleich der atmosphärischen Förderung mit der Seilförderung fällt jedenfalls um so günstiger für die erstere aus, je grösser die Schachtteufe ist.

Ob die neue Methode — bei der die Anlagekosten übrigens sehr hoch sind — wirklich alle die Erwartungen erfüllt, welche der Erfinder an dieselbe knüpft, muss weitere Erfahrung lehren.

*) Annales des Mines, 7e série, t. XIV, p. 266.

Vierzehntes Capitel.

Wasserhaltung.

919. Fast in allen unterirdischen Bauen treten grössere oder geringere Wassermengen auf und diese müssen hinausgeschafft werden. Das Wasser dringt theils durch die natürlichen Canäle der Gebirgsschichten, theils durch die vom Abbau herrührenden Spalten von der Oberfläche her ein.

920. Das Wasser wird in der Grube entweder als gewöhnliches Circulationswasser oder als Standwasser (Wassersäcke) angetroffen.

921. Im ersteren Falle ist der Zufluss meist ein dauernder und gleichmässiger. Er kann z. B. von alten, oberflächlichen Grubenbauen her gespeist werden, welche das Gebirge fortwährend drainiren und deren Ergiebigkeit nach der Jahreszeit wechseln, aber niemals ganz aufhören kann. Eine andere Ursache constanter Wasserzuflüsse ist das Anhauen einer locker ausgefüllten Kluft, welche mit den Tagewassern in Verbindung steht. Schichten von klüftigem Sandstein, welche bis unmittelbar unter wassergetränktes Deckgebirge hinaufreichen, können ebenfalls andauernde Wasserzuflüsse liefern. Auch eine undichte Schachtcüvelage kann, da die Reparatur möglicher Weise unausführbar ist, eine dauernde Quelle von Wasserzuflüssen sein.

Zuweilen sind die Zusickerungen nur vorübergehend. Wenn z. B. eine klüftige Sandsteinschicht unter einer wassertragenden Deckgebirgsschicht abstösst, so liefert sie zwar in der ersten Zeit ihrer Durchörterung reichliche Wassermengen, welche in ihr selbst aufgespeichert waren, nach und nach aber trocknet die Schicht ab und die Wasserzuflüsse hören auf.

922. Die Zuflüsse der vorstehenden Art haben im Allgemeinen nur die Wirkung, dass der Grubenbetrieb wegen der nothwendig werdenden Wasserhaltung kostspieliger wird. Dahingegen bringt das An-

treffen der oben erwähnten Standwasser auch noch ernstliche Gefahren mit sich.

Solche Standwasser rühren von dem Vorhandensein alter, höher gelegener Grubenanlagen her. Die Oberfläche mancher Kohlendistricte *) ist schon von der Vorzeit her zum Zwecke der Kohlengewinnung durchwühlt und durchlöchert. Die alten Baue wurden verlassen, sobald die Wasserzuflüsse so stark wurden, dass sie mit den damaligen Mitteln nicht mehr bewältigt werden konnten; die Räume füllten sich mit Wasser und bilden für den nunmehr in tieferen Niveaus umgehenden Bergbau eine um so grössere Gefahr, als ihre Lage, ja überhaupt ihr Vorhandensein oft gar nicht mehr bekannt ist. Kommt ein neuerer Grubenbau einem solchen alten unbekannten Wassersacke zu nahe, so bricht das trennende Mittel plötzlich durch und die Wassermassen strömen mit grösster Gewalt und in oft ungeheuren Quantitäten herein; Unglücksfälle von verschiedenster Ausdehnung sind die Folge davon.

Die Annäherung an einen solchen Wassersack und seine Entleerung erfordern daher grosse Vorsichtsmaassregeln, welche weiter unten betrachtet werden sollen.

923. Aus dem Gesagten geht hervor, dass jede Grube mit einer mehr oder weniger leistungsfähigen Wasserhebevorrichtung versehen sein muss. Nur sehr selten wenigstens kann man eine solche ganz entbehren, obwohl allerdings vereinzelte Beispiele existiren, bei denen sogar Wasser von Tage her in die Grube geleitet werden muss, um den beim Abbau erzeugten Kohlenstaub niederzuschlagen.

924. Die Wasserhaltung ist stets ein sehr lästiger Betriebszweig. Man hat daher alles Interesse daran, sie möglichst zu beschränken. Zunächst sind deshalb hier die Mittel zu betrachten, durch welche die aus einer Grube zu hebende Gesammtwassermenge in gewissen Fällen vermindert werden kann, ohne die Sicherheit des Betriebes zu beeinträchtigen.

Es kann vorkommen, dass ein Theil der Wasserzuflüsse ziemlich direct von einem oberflächlichen Wasserlaufe herrührt. In diesem Falle kann man den betreffenden Theil von der Grube fernhalten, indem man entweder den Wasserlauf verlegt oder ihm ein künstliches, undurchlässiges Bett, z. B. aus hydraulischem Mauerwerk, giebt.

Wasser, welche aus einem abgebauten und abgeworfenen Feldestheile oder aus einer am Ende einer verlassenen Versuchsstrecke angehauenen Kluft kommen, können durch geeignete Verdämmungen zurückgehalten werden.

925. Früher waren solche Dämme ziemlich gebräuchlich. Man baute sie aus starken, gut beschnittenen Holzstücken und picotirte die Fugen wie bei einer Cüvelage.

*) Ganz besonders in Belgien. L.

Gegenwärtig vermeidet man jene Constructionen, deren etwaiger Bruch die Existenz der Grube in Frage stellen kann, so viel als möglich. Wird in Folge besonderer Umstände die Anbringung eines Dammes unumgänglich, so stellt man ihn aus den allerdauerhaftesten Materialien her.

Gewöhnlich besteht daher der Damm aus Mauerwerk, welches in den Gesteinsstössen gehörige Widerlager hat und dick genug ist, um den oft zu ausserordentlicher Höhe steigenden Wasserdruck mit angemessener Sicherheit auszuhalten.

Das Mauerwerk muss mit sehr hydraulischem Cemente ausgeführt werden und letzterer muss die inneren Steine von allen Seiten dicht einhüllen. Die Streckenstösse müssen an der Stelle, wo der Damm aufgeführt werden soll, ringsum so tief eingeschlitzt werden, dass der Damm in seiner ganzen Dicke überall an gesundes, undurchlässiges Gebirge anschliesst.

Um während des Mauerns nicht durch das Wasser belästigt zu werden und damit der Druck nicht eher auf das Mauerwerk zu wirken beginnt, als bis der Mörtel gebunden hat, spart man auf der Sohle mittelst eines gusseisernen Rohres einen Durchlass aus, welchen man später leicht verschliessen kann. Unter der Firste legt man ebenfalls ein kleines Rohr ein, um die Luft austreten zu lassen, wenn die Wasser hinter dem Damme aufgehen.

Wenn der Damm fertiggestellt und das Mauerwerk hinreichend erhärtet ist, verschliesst man das untere Rohr, die Wasser gehen hinter dem Damme auf, die dadurch verdrängte Luft tritt durch das obere Rohr aus und dieses wird schliesslich ebenfalls geschlossen.

Man thut gut, den Damm zugänglich zu erhalten, damit man ihn von Zeit zu Zeit revidiren und nöthigenfalls ausbessern kann.

926. Wenn die Grube unter mächtigerem Deckgebirge baut, pflegt man zur Aufklärung der Verhältnisse mit Versuchsbohrlöchern vorzugehen. Dieselben werden von Tage aus niedergestossen und dringen oft ziemlich tief in das Steinkohlengebirge ein. Ein solches Bohrloch könnte beim nachfolgenden Abbau eines von ihm durchsunkenen Flötzes eine directe Verbindung zwischen den Wassern des Deckgebirges und den Grubenbauen abgeben und die Fortsetzung des Abbaues unmöglich machen. Um dies zu vermeiden, müssen alle verlassenen Versuchsbohrlöcher mit eingegossenem hydraulischem Beton wieder zugefüllt werden. Da aber die Betonfüllung möglicher Weise nicht ganz dicht geworden sein könnte, so lässt man noch obendrein auf jedem Flötze rings um die Bohrlöcher herum genügend starke Sicherheitspfeiler stehen.

927. Beim Betriebe unter wasserführendem Deckgebirge gebraucht man auch die Vorsicht, die oberste Sohle in einem solchen Niveau auf-

zufahren, dass unter der Auflagerungsfläche ein hinreichend starker Sicherheitspfeiler gegen Wasserdurchbrüche stehen bleibt.

Die Verticalhöhe dieser Sicherheitspfeiler hängt von den örtlichen Verhältnissen ab. Oft z. B. findet sich zwischen den wasserführenden Deckschichten und dem Kohlengebirge eine ziemlich dicke Schicht von undurchlässigem Thon und in diesem Falle ist ein Sicherheitspfeiler von 50 m Höhe reichlich genügend. Wenn aber das Kohlengebirge von wasserführenden Schichten, wie z. B. Schwimmsand, klüftigem Kreidemergel oder dergleichen unmittelbar überlagert wird, so empfiehlt es sich, bis zu 100 m Pfeiler stehen zu lassen. Nichts steht im Wege, später, wenn die tieferen Niveaus erschöpft sind, einen guten Theil der in dem Sicherheitspfeiler noch steckenden Kohlen ebenfalls zu gewinnen.

928. Endlich muss man, wenn die Ausrichtung durch cüvelirte Schächte stattgefunden hat, rings um diese Schächte Sicherheitspfeiler von solchen Dimensionen stehen lassen, dass die Cüvelage durch Gebirgsbewegungen nicht gefährdet wird. Man zeichnet also für jeden Abbau im Querprofile die wahrscheinliche Richtung der Bruchlinien (gewöhnlich rechtwinklig zur Flötzebene) auf und grenzt den Sicherheitspfeiler so ab, dass die zu erwartenden Brüche in genügender Entfernung von dem Schachte bleiben.

929. Die vorstehend angeführten Vorsichtsmaassregeln haben, wie schon gesagt, nur den Zweck, die Wasserzuflüsse möglichst zu verringern. Um den dann immer noch verbleibenden Theil zu entfernen, bedient man sich entweder der Fördermaschine oder einer besonderen Wasserhaltungsmaschine.

930. Die erstgenannte Methode wird oft mit grossem Vortheil bei geringen Zuflüssen angewandt, und zwar in folgender Weise:

Im Schachttiefsten oder seitlich von demselben wird ein Raum („Sumpf“) hergestellt, welcher die Zuflüsse eines ganzen Tages oder vielleicht sogar einer ganzen Woche aufzunehmen vermag. So oft nun dieses Reservoir voll ist, ersetzt man die Fördergerippe durch Kasten von Eisenblech, in welchen das Wasser zu Tage gehoben wird. Die Kasten haben Ventile, die so eingerichtet sein können, dass sowohl das Füllen im Sumpfe, als auch das Entleeren an der Hängebank sich ganz selbstthätig vollzieht.

Man kann auch fahrbare Wasserkasten wie Förderwagen in die Fördergestelle einschieben.

Die Wasserwältigung erfolgt auf diese Weise entweder jede Nacht während einiger Stunden, während welcher die Fördermaschine disponibel ist, oder am Sonntage.

Die fragliche Methode ist in manchen Fällen vollständig ausreichend und überhebt dann aller weiteren Anlagekosten. Man wirft ihr jedoch vor, dass sie die Leitungen, die Förderkörbe und die Seile stark abnutze.

Wenn die Wasserzuflüsse einigermaassen bedeutend sind, so zieht man jedenfalls Pumpen vor. Wasserkasten werden dann aber zweckmässiger Weise immer noch beibehalten, da sie nöthigenfalls die Pumpe vorübergehend unterstützen können.

931. Die gebräuchlichste Wasserhaltungsvorrichtung besteht in einer Reihe von Pumpen, welche in dem Schachte in Abständen von 40 bis 80 m über einander stehen. Die Kolben dieser Pumpen sind an ein hölzernes oder eisernes Gestänge angeschlossen, welches den ganzen Schacht hinabreicht, nöthigenfalls durch Gegengewichte abbalancirt ist und durch die an der Hängebank aufgestellte Wasserhaltungsmaschine in Bewegung gesetzt wird.

Zuweilen, jedoch seltener, befindet sich die Betriebsmaschine in der Tiefe des Schachtes und drückt das Wasser in einer einzigen Tour bis zu Tage.

Zunächst wird die erstere dieser beiden Dispositionen näher zu betrachten sein.

932. Die Pumpen können verschiedenen Systemen angehören. Es giebt Saug- oder Hubpumpen, Druckpumpen und Hub- und Druck- oder doppeltwirkende Pumpen.

933. Hubpumpen. — Diese Pumpen kommen gewöhnlich nur als unterste in der Reihe oder beim Abteufen zur Anwendung. Sie haben nämlich die besondere Eigenschaft, dass alle ihre Haupttheile von oben her ausgewechselt werden können, also auch dann, wenn die Pumpe unter Wasser gekommen („versoffen") sein sollte.

Eine Hubpumpe besteht aus einem cylindrischen, ausgebohrten Rohre (dem Pumpenstiefel), in welchem sich ein mit Ventil versehener Kolben auf und ab bewegt. Der Kolben und das Ventil sind entweder in Metall hergestellt oder mit Ledergarnitur versehen. Am unteren Ende des Pumpenstiefels befindet sich ein zweites Ventil (das Saugventil). Beide Ventile öffnen sich von unten nach oben.

Der Stiefel verlängert sich nach oben direct in die Steigrohrleitung, deren Höhe im Allgemeinen nicht mehr als 50 bis 60 m beträgt.

Nach unten schliesst sich an den Pumpenstiefel das Saugrohr von 5 bis 6 m Länge an, welches an seinem Ende einen siebartigen Saugkorb trägt.

Der Kolben wird durch ein hölzernes oder eisernes, in der Axe des Steigrohres auf- und abgehendes Gestänge bewegt.

Der Pumpenstiefel hat gewöhnlich zwei seitliche Zugangsöffnungen, welche durch aufgeschraubte Deckel verschlossen werden. Diese Zugänge gestatten die Revision und die Auswechselung des Kolbens und des Saugventils.

Die Hubpumpen sind für Schachtabteufen hauptsächlich deshalb gebräuchlich, weil sie hängend functioniren können. Zu diesem Zwecke wird der ganze Apparat an Zugstangen aufgehängt, welche ihrerseits mittelst Schraubengewinde in gut verlagerten Schraubenmuttern hängen. Auf diese Weise kann die Pumpe allmählich, wie die Schachtsohle tiefer rückt, gesenkt werden.

Es giebt Mittel, welche den Saugkorb continuirlich dem Tieferrücken des Sumpfes folgen lassen, während die Pumpe selbst nur jedesmal dann tiefer gehängt wird, wenn wieder ein neues Steigrohr- und Gestängestück oben aufzusetzen ist. Ein solches Mittel besteht z. B. darin, dass man das Saugrohr aus zwei Stücken bestehen lässt, welche sich fernrohrartig in einer Stopfbüchse gegen einander verschieben können. Jedesmal, wenn das untere Stück um die entsprechende Länge abgesunken ist, wird die ganze Pumpe gesenkt und verlängert. Man kann auch, wenn der Durchmesser der Pumpe nicht zu gross ist, statt des ausziehbaren einfach ein biegsames Saugrohr anwenden. Dasselbe besteht dann aus Gummi oder Kautschuk und ist im Innern durch eine Spirale von Kupfer- oder galvanischem Eisendraht gegen das Zusammendrücken verstärkt.

Bei sehr grossem Pumpendurchmesser kann man auch folgenden Weg einschlagen: Der ausgebohrte Theil des Pumpenrohres erhält eine viel grössere Höhe, als dem Hube entspricht, so dass also der Kolben darin in verschiedenen Niveaus arbeiten kann. Nach jedem Tieferrücken des Sumpfes wird die ganze Pumpensäule mittelst der Schrauben gesenkt, bis schliesslich der Kolben in dem obersten Theile des Stiefels arbeitet. Alsdann wird das Gestänge und das Steigrohr um ein Aufsatzstück verlängert und der Kolben beginnt wieder dicht über dem Saugventil zu arbeiten.

Damit der Kolben und das Saugventil auch im Falle des Versoffenseins der Pumpe ausgewechselt werden können, muss das Steigrohr weit genug sein, um den Kolben an dem Gestänge herausziehen zu lassen, und muss das Saugventil darauf eingerichtet sein, dass es von oben her mit einem Haken herausgeholt und dann leicht ersetzt werden kann.

934. Druckpumpen. — Dieselben bestehen aus einem Pumpenstiefel, in welchem sich ein an das Gestänge angeschlossener Plunger *a* (Fig. 467) bewegt. Zur Seite des Stiefels und mit diesem in Verbindung steht der sogenannte Ventilkasten. Derselbe enthält ein Saug- und ein Druckventil. Vor jedem der Ventile ist eine Oeffnung

mit Deckelverschluss, so dass die Ventile behufs Revision und Reparatur zugänglich sind. Die Steigrohrleitung erhebt sich direct über dem Ventilkasten.

Wenn der Plunger in die Höhe geht, hebt sich das Saugventil und das Wasser wird aus dem Ausgusskasten der nächst tieferen Pumpe angesogen. Geht der Plunger nieder, so schliesst sich das Saugventil und das Wasser wird durch das obere Ventil hindurch emporgedrückt.

Bei diesen Pumpen erfolgt das Empordrücken des Wassers meistens durch das Gewicht des Gestänges und des Plungers und die Maschine hat dann nur diese Theile wieder zu heben.

Gewöhnlich berechnet man das Gestänge so, dass sein Gewicht um

Fig. 467.

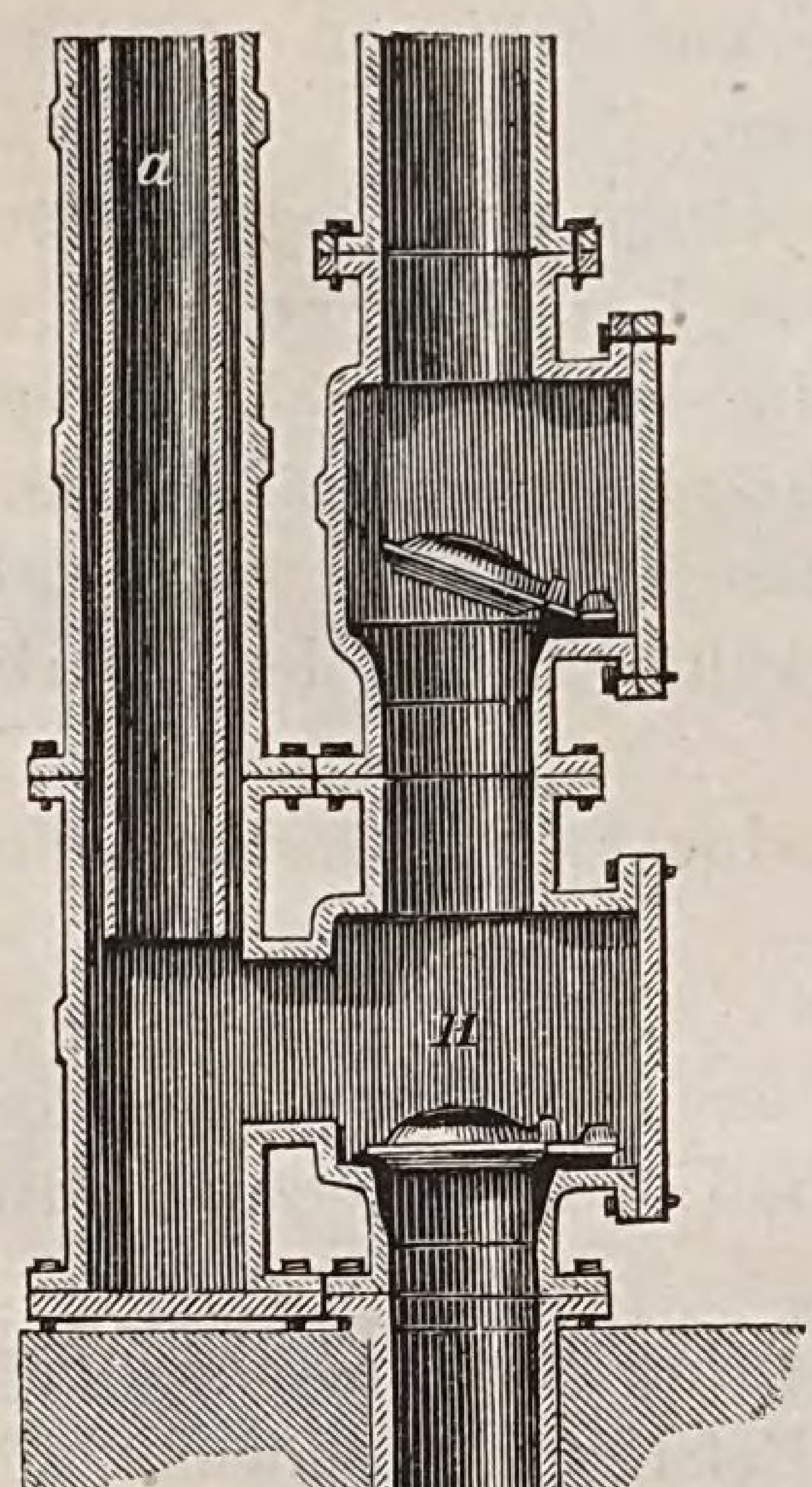
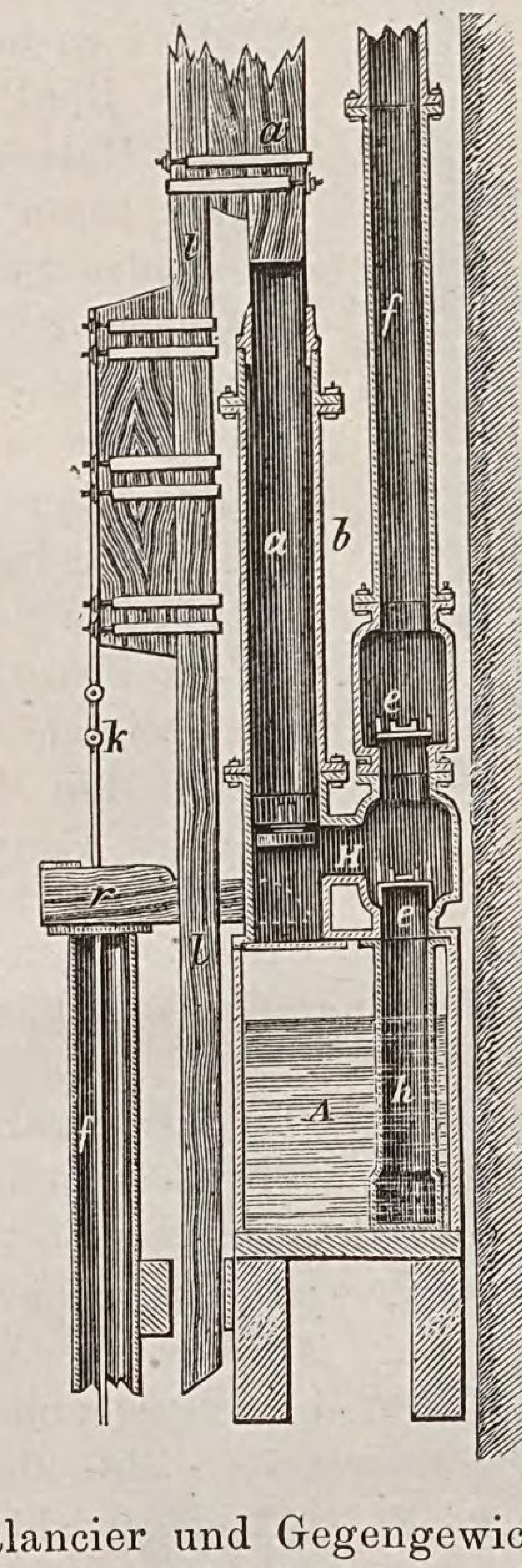


Fig. 468.



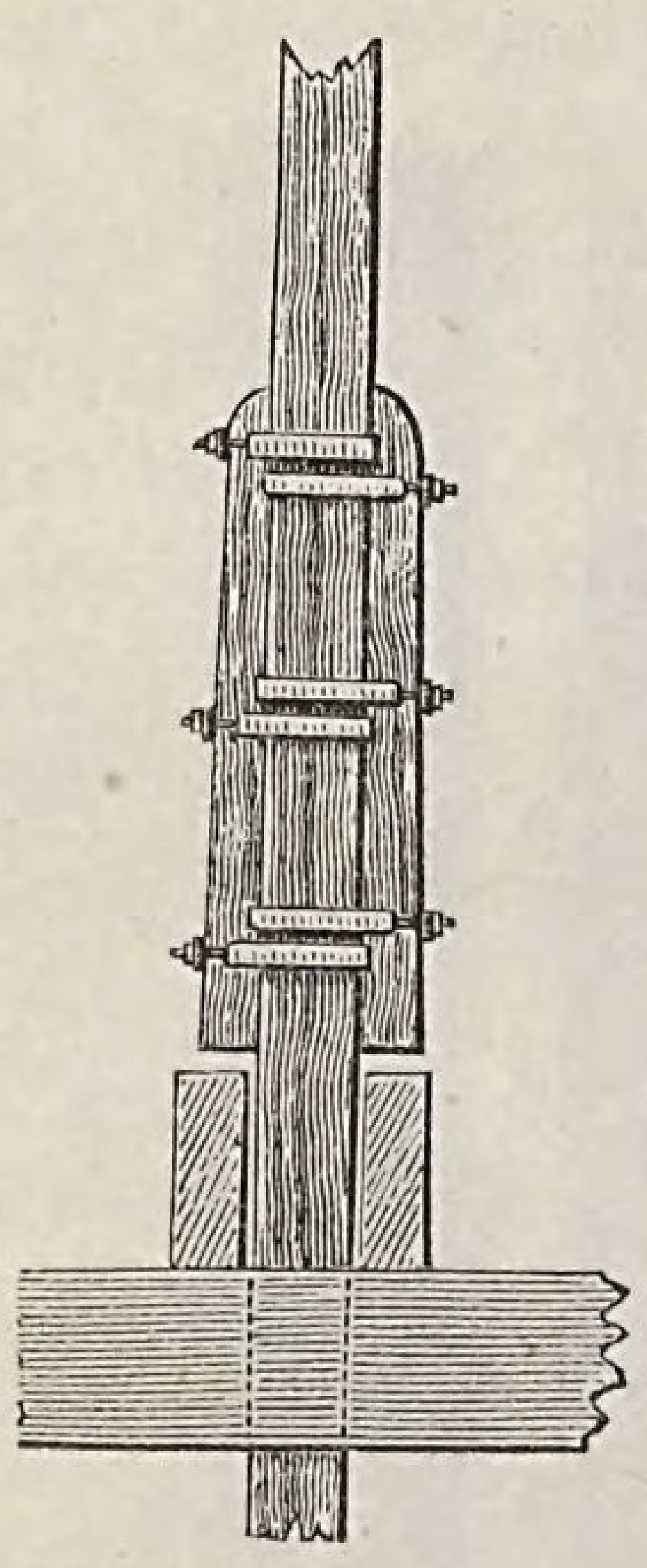
$^1/_{10}$ grösser ist als der Druck der Wassersäule. Wenn die Construction des Gestänges ein noch bedeutend grösseres Gewicht ergiebt, so gleicht man den Ueberschuss durch Balancier und Gegengewicht aus. Fig. 468 zeigt den Anschluss einer Druckpumpe an eine tiefere Pumpe, welche letztere in diesem Falle die aus dem Sumpfe saugende Hubpumpe ist.

l ist das Gestänge,
a der Plunger,
H der Ventilkasten,
ee sind die Ventile,

h ist das Saugrohr,
A der Ausgusskasten der nächst tieferen Pumpe,
f das Steigrohr,
r der Ausguss der unteren Hubpumpe,
k das Gestänge der letzteren.

In dem hier abgebildeten Falle befinden sich die Druckpumpen seitlich von dem Gestänge und würden der Ausgleichung wegen alternirend anzubringen sein. Besser aber ist es, die Pumpen direct in die Lothlinie des Gestänges zu legen und dieses letztere rahmenförmig um die ersteren herumzuführen.

Fig. 469.



Die Pumpengestänge wurden früher allgemein aus Holz hergestellt. Gegenwärtig macht man sie aus Eisen oder auch aus Stahl und setzt sie aus runden Stangen oder aus Schienen von verschiedenem Profil zusammen.

Jedes Pumpengestänge muss in gewissen Abständen in sogenannten Lehrlagern geführt werden, damit es sich in senkrechter Linie bewegt. Auch müssen Fanghörner vorhanden sein, mit welchen sich das Gestänge im Falle eines Bruches auf Fanglager (gewöhnlich mit den Lehrlagern vereinigt) aufsetzt.

Fig. 469 zeigt eine solche Gestängeführung nebst Fanghörnern.

935. Man kann die Plungerpumpen auch umkehren, so dass sie beim Niedergange des Gestänges saugen und beim Aufgange drücken resp. heben.

Fig. 470 stellt eine derartige Disposition dar, wie sie auf der Grube Mariemont in Belgien mit gutem Erfolge zur Anwendung gekommen ist. Das Gestänge arbeitet hierbei unter möglichst günstigen Bedingungen, weil es durchaus nur auf Zug in Anspruch genommen werden kann. Allerdings erfordert diese Disposition viel schwerere Gegengewichte als die gewöhnliche Anordnung, da nicht nur der Ueberschuss des Gestängegewichts über den Druck der Wassersäule, sondern fast das ganze Gestängegewicht abbalancirt werden muss.

936. Doppeltwirkende Pumpen. — Diese neuerdings nicht selten angewandten Pumpen haben den Vorzug einer gleichmässigeren Arbeitsleistung und demzufolge eines geringeren Raumbedürfnisses. Das gebräuchlichste System dieser Art ist das Rittinger'sche, Fig. 471.

Bei diesen Pumpen liegen die Plunger, die Pumpenstiefel, die Steigrohre, überhaupt alle Theile senkrecht über einander, so dass

ihre Axen eine einzige verticale Linie bilden. Diese Anordnung erweist sich u. A. günstig beim Schachtabteufen, wo die Wasser schlammige Massen mit sich führen.

Fig. 470.

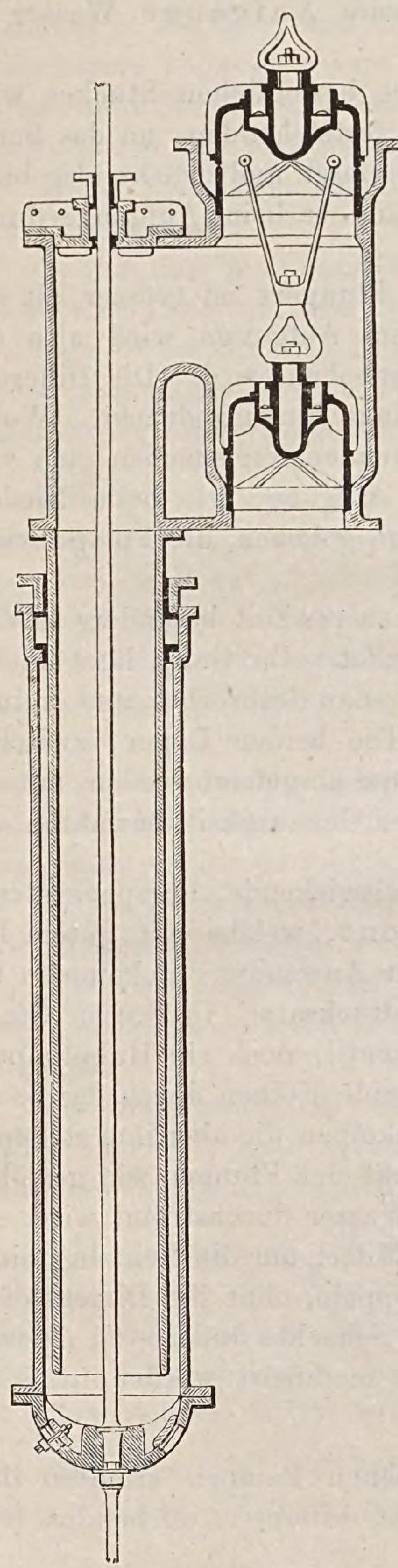
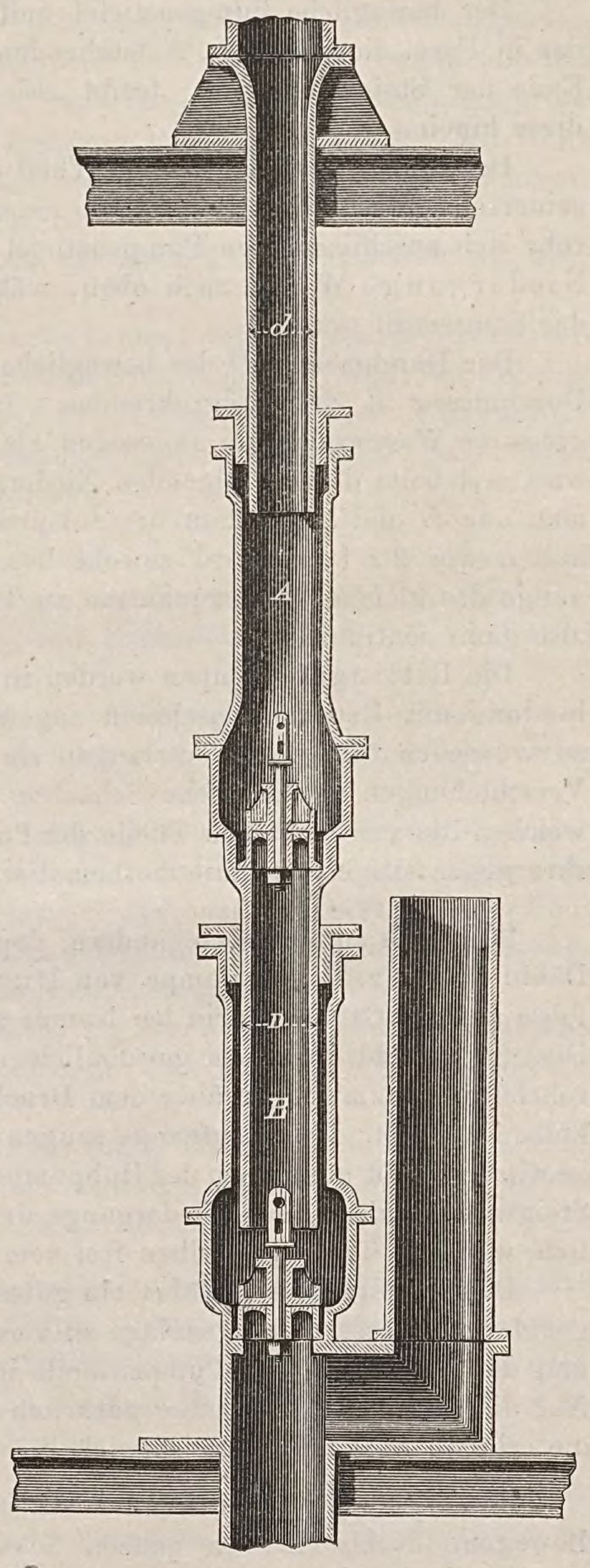


Fig. 471.



Die Rittinger-Pumpe besteht aus einem beweglichen Stücke AB, welches an einem doppelten eisernen Rundgestänge hängt. Der obere Theil dieses Stückes stellt einen Pumpenstiefel, der untere einen hohlen (ringförmigen) Plunger dar. In der Mitte sitzt ein Ventil.

Der bewegliche Pumpenstiefel umfasst mittelst einer Stopfbüchse das in Form eines hohlen, feststehenden Plungers ausgebildete untere Ende der Steigrohrleitung, treibt also beim Aufgange Wasser in diese hinein.

Der untere, plungerförmige Theil des beweglichen Stückes wird seinerseis mittelst Stopfbüchse von einem feststehenden, an das Saugrohr sich anschliessenden Pumpenstiefel umfasst und drückt also beim Niedergange Wasser nach oben, während er beim Aufgange durch das Saugventil saugt.

Der Durchmesser D des beweglichen Plungers ist grösser als der Durchmesser d des Steigrohrendes. Beim Aufgange wird also ein grösseres Wasserquantum angesogen als gehoben wird. Die Differenz wird erst beim darauf folgenden Niedergange hinausgedrückt. Wählt man nun D und d so, dass die entsprechenden Kreisflächen sich verhalten wie 2 : 1, so wird sowohl beim Aufgange wie beim Niedergange das gleiche Wasserquantum zu Tage gehoben, die Pumpe wirkt also dann continuirlich.

Die Rittinger-Pumpen werden in neuerer Zeit besonders in Verbindung mit Rotationsmaschinen angewendet. Ihr Gang lässt nichts zu wünschen übrig, nur verlangen sie genau lothrechte und keinen Verschiebungen unterworfene Schächte. Die beiden Lager, zwischen welchen die verschiedenen Theile der Pumpe eingebaut werden, müssen ihre gegenseitige Lage mit mathematischer Genauigkeit bewahren.

937. Es giebt noch andere doppeltwirkende Pumpensysteme. Dahin gehört z. B. die Pumpe von Dumont, welche mit gutem Erfolge auf der Grube Vedrin bei Namur zur Anwendung gekommen ist. Dieselbe besteht in einem gewöhnlichen Drucksatze, in dessen Steigrohrleitung, unmittelbar über dem Druckventil, noch ein Hubpumpenkolben arbeitet. Beim Aufgange saugen beide Kolben durch das Saugventil und hebt ausserdem der Hubpumpenkolben die über ihm stehende Steigwassersäule. Beim Niedergange drückt der Plunger wie gewöhnlich, während der Ventilkolben frei vom Wasser durchströmt wird.

Diese Anordnung gewährt ein gutes Mittel, um die Leistung einer gegebenen Wasserhaltungsanlage zu verdoppeln, ohne die Dimensionen und die Aufstellung der Pumpentheile im Schachte ändern zu müssen. Nur die Dampfmaschine muss natürlich so modificirt werden, dass sie die erhöhte Arbeitsleistung entwickelt.

938. Alle die vorstehend beschriebenen Pumpen erhalten ihre Bewegung durch ein den ganzen Schacht hinunter reichendes Ge-

stänge, welches seinerseits direct mit dem Motor, der Wasserhaltungsmaschine, verbunden ist.

939. Diese Maschinen waren früher allgemein einfachwirkende Balancirmaschinen. Das Gestänge hing an einem gusseisernen Balancier, an dessen anderem Ende die Kolbenstange einer einfachwirkenden Dampfmaschine angriff. Der über den Kolben tretende Dampf hob das Gestänge in die Höhe und dieses sank dann unter Zurückdrängung der Wassersäule vermöge seines Eigengewichtes wieder herab. Mit Hülfe sogenannter Katarakte erzielte man bei jedem Hubwechsel Pausen, um Stösse in den Pumpen zu vermeiden.

Diese Maschinen arbeiteten gewöhnlich mit Condensation, aber ohne Expansion.

Später liess man den Balancier häufig fortfallen, stellte den Dampfcylinder unmittelbar über die Schachtmündung und hing das Schachtgestänge direct an die Dampfkolbenstange an. Diese sogenannten direct wirkenden oder Cornwallmaschinen hatten und haben noch gegenwärtig eine grosse Verbreitung.

940. Neuerdings geht man mehr und mehr zur Anwendung von Schwungradmaschinen über, welche weit weniger Kohlen verbrauchen, weil sie gleichzeitig mit Expansion und mit Condensation betrieben werden können.

Die Schwungradmaschinen vermeiden auch die zuweilen so verhängnissvollen Folgen eines Gestängebruches der direct wirkenden Maschinen.

Bei jenem neuen Systeme giebt man den Pumpen weniger Hub und vermehrt dafür die Tourenzahl. Im Allgemeinen bestehen die Maschinen aus einem schmiedeisernen Balancier, an dessen einem Ende das Gestänge hängt, während an dem anderen Ende die Kolbenstange einer doppeltwirkenden Schwungradmaschine angreift.

Um beim Hubwechsel Stösse zu vermeiden, berechnet man das Schwungrad so, dass am todten Punkte eine genügende Verlangsamung entsteht.

Im Einzelnen variirt die Anordnung dieser Maschinen in mannigfaltiger Weise. Eine nähere Betrachtung derselben würde über den Rahmen des vorliegenden Buches hinausgehen.

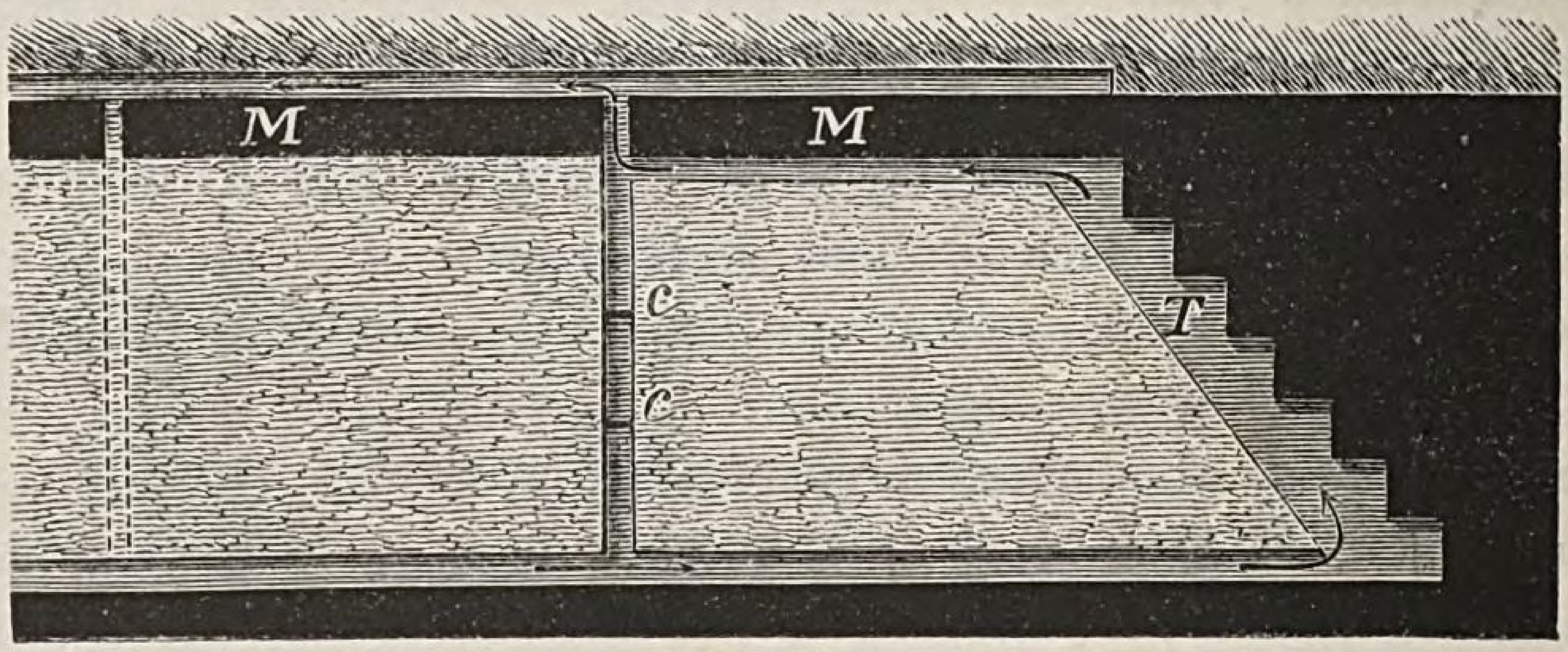
941. Abgesehen von den fortlaufenden und oft sehr beträchtlichen Kosten, welche die Wasserhaltung verursacht, können die Grubenwasser auch ernstliche Schwierigkeiten für den Betrieb, ja sogar Gefahren mit sich bringen, welche zu ihrer Bekämpfung die nachstehend zu betrachtenden Mittel erfordern.

942. Nässe in den Abbaupunkten behindert die Arbeit und wirkt ungünstig auf die Gesundheit der Arbeiter. Auch beeinträchtigt das

Wasser die Qualität und die Verkäuflichkeit der Kohlen. Dazu kommt noch, dass solche Kohlen, welche von Natur schon zur Selbsterhitzung und Selbstentzündung neigen, in dieser Beziehung noch viel schlimmer werden, wenn sie im nassen Zustande aufgehäuft sind. Das Wasser begünstigt die Zersetzung des Schwefelkieses und befördert dadurch die Erhitzung.

Wenn also ein Abbau unterhalb einer Wasser abführenden Strecke zu Felde geht — was der gewöhnliche Fall ist — so muss zwischen dieser Strecke (der Wetterstrecke) und dem Abbau ein Kohlenpfeiler von etwa 4 bis 5 m flacher Höhe stehen bleiben. Von Zeit zu Zeit wird dieser Kohlenstreifen rückwärts von der Abbaufront durchörtert, um die Wetter hinaufziehen und das Wasser in geregelter Weise zur Förderstrecke herabfliessen zu lassen. Die Abbaupunkte bleiben auf diese Weise trocken (Fig. 472).

Fig. 472.



943. Ein sehr wichtiger Punkt ist nun aber die Weiterführung der Wasser in den Grundstrecken und Querschlägen. In dieser Beziehung sind die folgenden Regeln zu beobachten:

1. Schon beim Auffahren der Strecken ist auf ein zweckmässiges Ansteigen derselben Bedacht zu nehmen. Wurde dies im Capitel über die Förderung als nützlich bezeichnet, so ist es beim Vorhandensein von Wasser geradezu nothwendig.

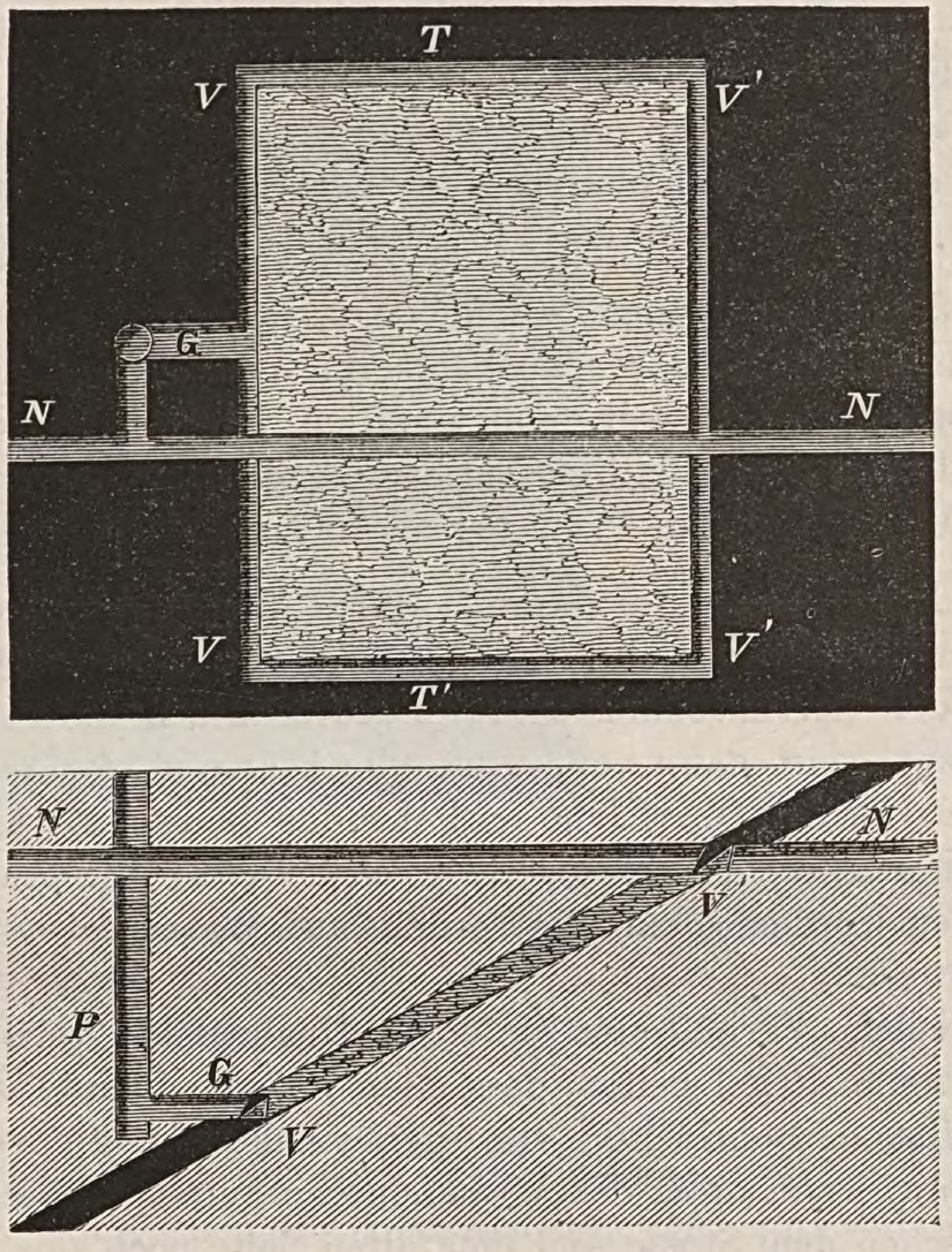
2. Die Strecken sind in ihrer ganzen Länge mit einer guten Wasserrösche zu versehen, damit die Wasser sich nicht auf der Sohle ausbreiten und die Fahrung und Förderung hindern. Die Rösche muss in gutem Zustande erhalten und fortwährend gereinigt werden.

944. Die zum Schachte geleiteten Wasser müssen hier einen mit dem Schachttiefsten in Verbindung stehenden Sammelraum vorfinden, welcher gross genug ist, um die Zuflüsse von wenigstens 12 Stunden aufzunehmen. Andernfalls läuft man Gefahr, bei jedem durch eine Reparatur oder eine sonstige Ursache bedingten kurzen Stillstande der Pumpen die Wasser bis in die Förderstrecken aufgehen zu sehen.

945. Diese Sammelräume werden in folgender Weise angelegt: Wenn die Zuflüsse schwach sind, so genügt es, den Schacht um einige Meter unter die Fördersohle zu einem Schachtsumpfe abzuteufen. Wenn aber die Zuflüsse einigermaassen reichlich sind, so müssen grössere seitliche Räume entweder im Gestein oder in einem benachbarten Flötze hergestellt werden. Diese Räume werden mit dem Schachttiefsten in Verbindung gesetzt.

NN (Fig. 473) sei der Querschlag in der Fördersohle und *P* der auf etwa 10 m Tiefe zu bringende Schachtsumpf. Ein bis zwei Meter

Fig. 473.



über der Sohle dieses Schachtsumpfes setzt man einen Querschlag *G* an und treibt denselben bis zu dem nächsten abbaufähigen Flötze. Hier angekommen treibt man auf dem Flötze nach beiden Seiten hin einen streichenden Strebstoss *T* beziehungsweise *T'* zu Felde und führt dabei eine Strecke *V* im Niveau des Querschlages *G* und eine andere Strecke *V'* gleich unterhalb des Niveaus des Förderquerschlages *NN* nach.

Bei dieser Disposition haben im Falle einer Unterbrechung der Wasserhaltung die Wasser zunächst die Strecken *G*, *V* und *V'* sowie

die von dem Abbaue zwischen den letzteren beiden Strecken zurückgebliebenen Hohlräume auszufüllen, bevor sie bis in den Förderquerschlag aufgehen können. Unter Zugrundelegung der gegebenen Zuflussmenge lässt sich leicht berechnen, bis zu welcher Länge man die Stösse T und T' zu Felde treiben muss, um den nöthigen Sammelraum zu erhalten. Bei dieser Rechnung wird man dem Inhalte der Strecken V und V' etwa ein Drittel des herausgewonnenen Kohlenvolumens hinzuzufügen haben *).

Es ist nicht immer möglich den vorbeschriebenen Weg zur Anlegung des Sammelraumes einzuschlagen, da die Flötze zu weit vom Schachte entfernt sein können. In diesem Falle muss man Sumpfstrecken im Gestein auffahren, wozu man natürlich solche Schichten auswählt, die leicht zu bearbeiten sind. Auch wenn ein Flötz zwar in der Nähe ist, aber sehr schlechtes Nebengestein hat, kann es vortheilhafter sein, die Sumpfstrecke im Gestein aufzufahren, statt die hohen Unterhaltungskosten der Flötzstrecken zu übernehmen.

946. Die Sammelräume, welcher Art sie auch sein mögen, müssen häufig von dem sich absetzenden Schlamme gereinigt werden, da letzterer sie sonst mit der Zeit ganz anfüllen würde. Dieser wichtige Punkt, die bequeme und billige Entfernung der Schlammmassen, muss schon bei Aufstellung des Projectes sorgfältig berücksichtigt werden.

947. Im Anfange des Capitels wurde darauf hingewiesen, dass der Bergwerksbetreiber sich oft gegen die von Wasseransammlungen in alten Bauen herrührenden Gefahren zu schützen hat. Dieser Fall kommt vorzugsweise dann vor, wenn die Flötze direct zu Tage ausgehen. Die von der Oberfläche ausgehenden Baue der „Alten“ haben dann fast immer die Flötze bis zu wechselnder Teufe bearbeitet und sind verlassen worden, sobald die Förder- und Wasserhaltungskosten zu erheblich wurden.

Wenn solche Verhältnisse in einem Grubenfelde vorliegen, muss es als allgemeine Regel gelten, dass allen ins unbekannte Feld hinausgehenden Bauen Bohrlöcher von genügender Länge vorausrücken müssen, damit, wenn diese das Vorhandensein eines Wassersackes anzeigen, zwischen dem Stosse und dem alten Baue noch eine hinreichend starke Trennungswand verbleibt.

948. Wenn es sich um einen Querschlag handelt, so darf man sich nicht mit einem in der Streckenaxe vorausgehenden Bohrloche begnügen. Die Alten pflegten nämlich mittelst mehr oder weniger breiter, getrennter Abbaustrecken abzubauen. In Folge dessen kann ein in der Streckenaxe vorausgetriebenes Bohrloch ein vorliegendes Flötz sehr wohl als unverritzt erscheinen lassen, während vielleicht dicht über

*) Revue universelle des Mines, t. XL, p. 373.

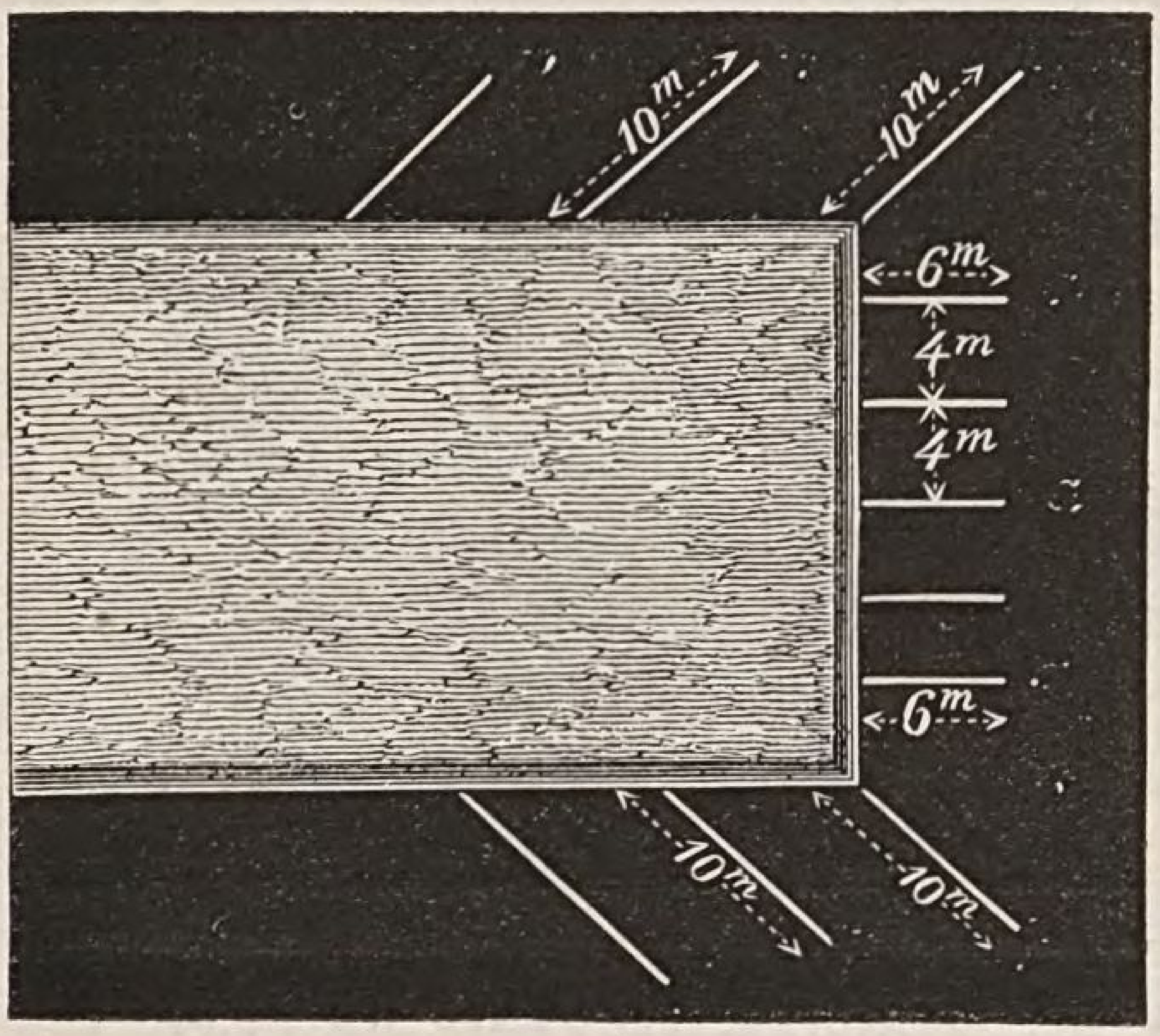
oder unter oder seitlich von der getroffenen Stelle alter Bau vorhanden ist.

Man muss daher, sobald das geradlinig vorausgehende Bohrloch ein anstehendes Flötz constatirt hat, vor dem Weiterauffahren des Querschlages noch weitere Bohrlöcher in schräger Richtung hinausstossen.

949. Wenn es ein zu Felde rückender Abbaustoss ist, von welchem zu befürchten steht, dass er auf alte Wasseransammlungen stosse, so muss ebenfalls vorgebohrt werden.

Bei einem streichenden Strebstosse beispielsweise (Fig. 474) rückt man mit horizontalen (streichenden) Bohrlöchern von ungefähr 6 m Tiefe und 4 m gegenseitigem Abstand vor und bohrt zugleich in der oberen sowie in der unteren Strecke schräg gerichtete Löcher von etwa 10 m Länge in die Firste resp. in die Sohle.

Fig. 474.



Diese Löcher werden nach der Förderschicht gebohrt. Ein Hauer und ein Gehülfe treiben mittelst eines Drehbohrers sämmtliche Löcher um so viel vor, als der Abbaustoss täglich zu Felde rückt.

950. Die im Flötze vorausgetriebenen Bohrlöcher müssen in der härtesten der vorhandenen Kohlenbänke liegen. Unter keinen Umständen dürfen sie im Schram oder in sonstigen weichen Schichten, welche durch das Wasser leicht ausgewaschen werden würden, angesetzt sein.

951. Wenn ein Bohrloch nicht mehr vorwärts will, also nicht mehr in der Kohle steht, so muss daneben und mit anderer Richtung ein neues angesetzt werden. Wenn ein Bohrloch auf eine Verwerfung oder eine Faltenumbiegung des Flötzes stösst, so muss man die Fortsetzung des Flötzes durch anders gerichtete Bohrlöcher aufzufinden suchen. Oft nämlich haben die Alten gerade an solchen Störungen mit ihrem Abbau Halt gemacht. Man muss sich deshalb davon überzeugen, was jenseits derselben vorliegt, bevor man sie mit den neuen Bauen überschreitet.

952. Wenn ein Flötz abgebaut wird, welches von einem anderen nur durch ein geringes Zwischenmittel getrennt ist, so muss auch

dieses Nachbarflötz durch häufige Bohrlöcher untersucht werden. Ein ernster Unglücksfall auf einer Grube bei Lüttich ist seiner Zeit eben durch die Vernachlässigung dieser Vorsichtsmaassregel herbeigeführt worden.

953. Wenn eines der einem Arbeitsstosse vorausgehenden Bohrlöcher sich einem Wassersacke nähert, so zeigt sich dies dadurch, dass die herausgebohrte Kohle zerreiblicher und feucht wird. Es handelt sich alsdann darum, die Wasser vorsichtig anzubohren und allmählich abzuzapfen. Dies geschieht auf folgende Weise:

954. Man verwahrt die ganze Arbeitsfront durch eine möglichst starke Zimmerung. Zu diesem Zwecke werden ausschliesslich Eichenhölzer verwandt und fast ohne Zwischenräume neben einander gestellt, so dass eine Art von starkem Schild entsteht. Besonders die Stelle, an welcher man durchbohren will, muss äusserst fest verbaut sein.

Hierauf erweitert man das betreffende Bohrloch auf eine gewisse Tiefe und steckt ein Rohr hinein, durch dessen weitgebohrten Hahn man mit dem Bohrer in gerader Richtung hindurchstossen kann. Dieses Rohr muss durch Verkeilung und Kalfaterung ringsum zuverlässig abgedichtet und nach rückwärts fest verstrebt sein.

Nach diesen Vorbereitungen führt man den Bohrer durch den Hahn und das Rohr hindurch ein und setzt das Bohren fort. Diese Arbeit ist eine sehr gefährliche und erfordert entschlossene und erfahrene Arbeiter. In dem Augenblicke des Durchbohrens entsteht gegen die ganze Trennungswand ein Stoss, welcher dieselbe vor sich her werfen würde, wenn sie nicht sorgfältig verwahrt wäre; die Bohrstange wird mit grosser Gewalt aus dem Loche herausgeschleudert und die Wasser dringen aus dem Rohre hervor. Oft sind die Wasser von grossen Mengen Grubengas, Kohlensäure oder Schwefelwasserstoff begleitet, welche Gase die Lampen zum Erlöschen bringen und den Rückzug der Arbeiter erschweren.

Wenn Alles planmässig verläuft, kann man die aus dem Hahn austretenden Wasser so reguliren, dass die Grubenbaue nicht überschwemmt werden. Nach einiger Zeit hört das Wasser auf unter Druck hervorzuströmen und es fliessen nur noch die dem Wassersacke constant zusickernden Wassermengen aus. Man ist dann sicher, dass der ganze Wassersack abgezapft ist und kann den trennenden Kohlenpfeiler ohne Gefahr herausbauen.

955. Trotz aller Vorsichtsmaassregeln kommt es zuweilen vor, dass der Kohlenpfeiler in dem Momente des Durchbohrens nachgiebt und die Wasser gewaltsam hereinbrechen. Man muss daher, wenn es sich um das Anbohren eines einigermaassen bedeutenden Wassersackes handelt, Sorge tragen, dass in den Bauen nur die durchaus nothwendige

Anzahl von Arbeitern sich aufhält. Der Weg von dem Punkte, wo gebohrt wird, bis zum Schachte muss vollkommen frei sein, damit die Arbeiter sich schleunigst zurückziehen können, falls ein Durchbruch erfolgen sollte. Man thut auch gut, auf dem fraglichen Wege einige brennende Lampen aufzuhängen, damit die fliehenden Arbeiter Licht finden, falls das Bohrloch zu viel Gas liefern sollte. Endlich sind die Bohrarbeiter anzuhalten, sich nicht hinter die Bohrstange zu stellen, damit sie bei deren etwaigem Zurückfahren nicht getroffen werden können.

956. Die Kosten und die technischen Schwierigkeiten der Wasserhaltung wachsen, wie mit der Menge der zu hebenden Wasser, auch mit der Teufe, aus der dieselben gehoben werden müssen. Sehr häufig spielt sich daher im Verlaufe eines Grubenbetriebes folgender Hergang ab:

Die erste Wasserhaltungsanlage ist für eine bestimmte, absehbare Teufe berechnet. In dem Maasse jedoch, wie später der Betrieb tiefer rückt, müssen neue Pumpensätze angehängt werden. Die Maschine wird hierdurch mehr und mehr belastet und arbeitet langsamer. Zunächst hilft man sich gegen diesen Uebelstand durch Anbringung von Balanciers und dergleichen Apparaten, welche die Arbeit der Maschine gleichmässiger vertheilen sollen. Schliesslich aber kommt ein Moment, wo die Kraft nicht mehr ausreicht und man vor der Nothwendigkeit steht, die Maschine selbst zu verstärken. Dies aber würde einen unzulässigen Stillstand der Wasserhaltung bedingen. Zum Einbauen einer ganz getrennten Pumpenanlage neben der vorhandenen mangelt in der Regel der Raum. Es bleibt daher nichts übrig, als einen neuen, oft sehr tiefen Schacht abzuteufen und in demselben eine neue Wasserhaltung einzurichten. Die Kosten werden dann enorm und absorbiren einen guten Theil der Ausbeute.

Auch wenn dieses äusserste Mittel nicht erforderlich wird, so macht sich die grosse Teufe jedenfalls in ökonomischer Beziehung äusserst lästig bemerkbar.

Ein auch für die Zukunft sorgender Betriebsleiter muss sich daher die Aufgabe stellen, die Wasser überhaupt nicht bis in die Tiefe niedergehen zu lassen.

Zu diesem Zwecke bedarf es fast immer der vorläufigen Preisgabe einer ganzen Abbausohle. Angenommen z. B., die Baue einer Kohlengrube seien bis zur Teufe von 400 m niedergerückt und man habe bis dahin ohne Rücksicht auf die Wasserhaltungsfrage alle Flötze von Sohle zu Sohle rein abgebaut. Die Förderstrecken jeder höheren Sohle dienten dann der nächst tieferen als Wetterstrecken und die Wasser folgten dem Abbau ungehindert in die Tiefe. Bei 400 m aber erkennt man, dass die Wasserhaltungskosten unverhältnissmässig hoch

werden und dass die Maschine bei weiterem Tieferrücken der Baue bald unzureichend werden wird, dass also die Wasser nicht weiter in die Teufe niedergezogen werden dürfen. In diesem Falle giebt es oft nur das eine sicher wirksame Mittel: Die nächste Bausohle nicht bei 450 m, sondern erst bei 500 m anzusetzen und bei 450 m eine neue Wettersohle aufzufahren. Auf diese Weise behält man auf jedem Flötze einen unverritzten Sicherheitspfeiler von 50 m Seigerhöhe, der die Wasser von der neuen Bausohle abhält.

Dass und welche Anordnungen zu treffen sind, damit im Falle einer Betriebsstörung an der Wasserhaltung die Wasser zunächst alle Baue der abgeworfenen 400 m - Sohle anfüllen, bevor sie die tieferliegenden Baue überschwemmen, ist leicht ersichtlich. — Es würde unvorsichtig sein, eine geringere Pfeilerhöhe, als die oben angenommene, stehen zu lassen, da die Wasser sonst schliesslich durch die Spalten und Klüfte hindurch nach unten dringen könnten. Auch könnten Streckenbrüche in der neuen Wettersohle den darüber stehenden Sicherheitspfeiler zerklüften, wenn dieser zu schwach genommen würde. Ausserdem aber ist es zweckmässig, dem Sicherheitspfeiler gerade die Höhe einer Abbausohle zu geben, weil er dann später, wenn die Flötze in der Teufe vollständig erschöpft sind, sehr vortheilhaft herausgebaut werden kann.

Das angegebene Mittel ist natürlich momentan recht kostspielig. Dieser Umstand darf jedoch gegenüber dem für die ganze Zukunft der Grube zu erzielenden Gewinn nicht allzusehr ins Gewicht fallen.

Zuweilen genügt es übrigens, nur in einem Theile der Grube einen Sicherheitspfeiler stehen zu lassen. Es ist das eine Frage, die in jedem einzelnen Falle besonders entschieden werden muss.

957. Zum Schlusse des gegenwärtigen Capitels bleibt noch eine Classe von Apparaten zu erwähnen, deren Anwendung, obgleich noch ziemlich neu, in wasserführenden Tiefbaugruben schon wichtige Dienste geleistet hat:

Die Taucherapparate. — Diese Apparate gestatten, eine „versoffene“ Pumpe unter Wasser wieder zu repariren. Sie bestehen aus einem wasserdichten Anzuge und einer damit verbundenen starken metallenen Haube, welche letztere den Kopf des Tauchers rings umgiebt und mit dicken Glasfenstern versehen ist. Mit Hülfe von Gummischläuchen und einer oberhalb des Wasserspiegels aufgestellten Pumpe wird Luft durch das Innere der Haube hindurchgeführt. Diese Luft dient gleichzeitig zur Speisung von eigens dazu construirten, unter Wasser mitzunehmenden Lampen.

Mit den in Rede stehenden Apparaten kann man in Tiefen von bis zu 20 oder 25 m und während mehrerer Stunden unter Wasser bleiben. Auf diese Weise konnten schon häufig versoffene Pumpen reparirt und grosse Kosten, lange Betriebsstörungen vermieden werden.

Fünfzehntes Capitel.

Verschiedenes.

§. 1.

Fahrung der Arbeiter.

958. Man kann die Arbeiter auf drei verschiedene Weisen zu dem Niveau ihrer Arbeitspunkte hinab- und nach beendigter Schicht wieder heraufgelangen lassen: Auf Fahrten (Leitern), auf sogenannten Fahrkünsten und mittelst der Förderkörbe.

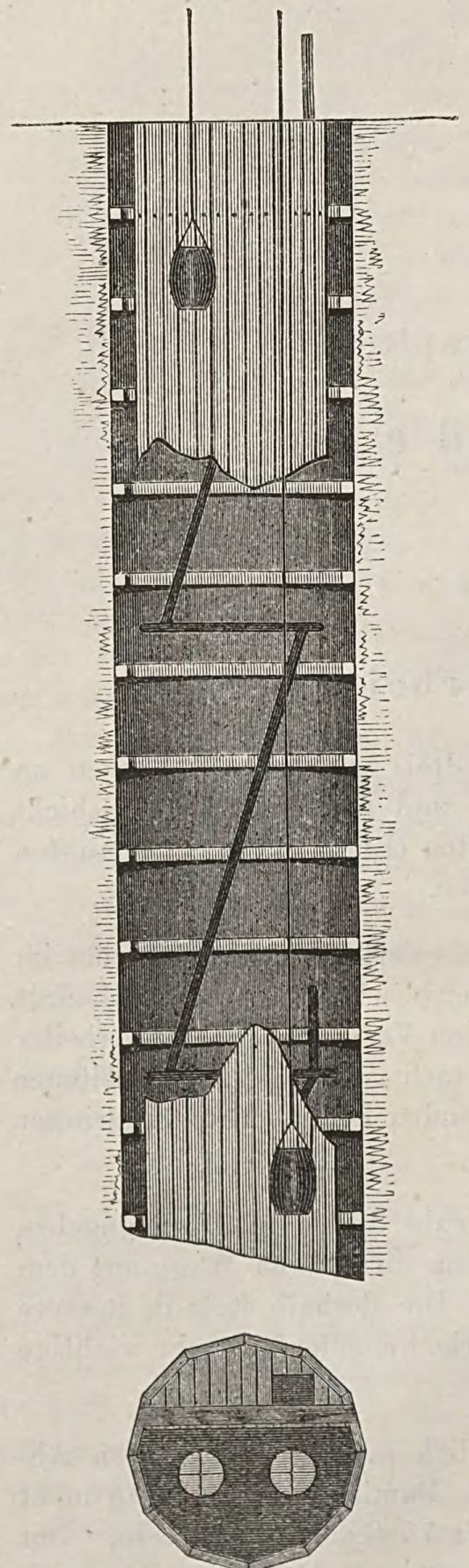
959. Das erste dieser Mittel ist verwerflich; es steht nicht im Einklange mit den Fortschritten im Bergwerksbetriebe; es schädigt die Gesundheit der Arbeiter und stellt eine Vergeudung ihrer Arbeitskraft dar; seine Anwendung wird denn auch von Tag zu Tag seltener und kommt nur noch bei ganz unbedeutenden Betrieben und geringer Teufe vor.

960. Gleichwohl muss auf jeder Grube die Möglichkeit gegeben sein, auch ohne maschinelle Mittel auf dem directesten Wege aus dem Innern an die Oberfläche zu gelangen. Die deshalb stets in Reserve zu haltende Fahrtenverbindung kann vorkommendenfalls sehr wichtige Dienste leisten.

961. Die Fahrten werden gewöhnlich in einer besonderen Abtheilung des Förderschachtes angebracht. Damit ihre Benutzung nicht zu sehr ermüdet, müssen sie mit 70 bis 75 Grad geneigt sein. Der seigere Schacht erhält in Folge dessen in gewissen Abständen Bühnen, auf welchen die Fahrten stehen und welche gleichzeitig als Ruhepunkte für die Fahrenden dienen (Fig. 475, a. f. S.). Der Abstand dieser

Bühnen hängt, bei gegebenem Neigungswinkel der Fahrten, natürlich von der Weite des Schachtraumes ab. Jede Fahrt muss über die obere

Fig. 475.



Bühne um Manneshöhe hervorragen. Der Fuss der Fahrt muss bequem zugänglich sein.

962. Die Fahrten bestehen entweder aus Holz oder aus Eisen. Im ersteren Falle sind sie billiger in der Anschaffung, werden aber rasch abgängig und unter Umständen gefährlich. Die angefaulten oder abgenutzten Sprossen können unvermuthet brechen. Trotz des höheren Preises werden deshalb eiserne Fahrten vorzuziehen sein; die Sprossen sind dabei aus Rundeisen zu fertigen.

963. Die Fahrten können auch im Pumpenschachte oder in einem ganz besonderen Schachte angebracht werden. Der ausziehende Wetterschacht hingegen darf dazu nur auf Gruben ohne jede Grubengasentwickelung benutzt werden (138); die Fahrten müssen dann jedenfalls so beschaffen und eingebaut sein, dass der Wetterstrom möglichst wenig behindert wird; als Material ist unbedingt Eisen zu wählen.

964. Das zweite Mittel zur Fahrung der Arbeiter besteht in der Anwendung einer sogenannten F a h r k u n s t. Das Princip dieser Vorrichtungen kann hier als bekannt vorausgesetzt werden. Es bleibt daher nur ein Vergleich zwischen ihnen und dem dritten Mittel, der „F a h r u n g a m S e i l", anzustellen.

965. Wenn die Rücksicht auf die Kohlenförderung es gestattet, kann man die Arbeiter in den gewöhnlichen Fördergerippen ein- und ausfahren lassen. Bei grosser Teufe und starker Beanspruchung des Förderschachtes bedarf es hingegen zu diesem Zwecke einer selbständigen Einrichtung,

welche entweder in einer zweiten Abtheilung des Hauptschachtes oder, was besser ist, in einem ganz besonderen Schachte functionirt.

Für derartige Fälle galten früher die vorerwähnten Fahrkünste als sehr praktisch. Von dieser Ansicht ist man aber mehr und mehr zurückgekommen und gegenwärtig baut man, auch wenn zur maschinellen Fahrung eine besondere Schachtabtheilung oder ein besonderer Schacht reservirt ist, lieber eine zweite Fördereinrichtung mit Förderseil und Fördergerippe, als eine Fahrkunst ein.

Die Fahrung am Seil ist zuvörderst viel weniger ermüdend als die Benutzung einer Fahrkunst; sie geht eben so schnell von Statten und bedingt geringere Anlagekosten. Die besondere Seilfahrtseinrichtung lässt sich ausserdem zum Einhängen des Holzes, zum Aus- oder Einfördern von Bergen und nöthigenfalls zur Unterstützung oder zeitweisen Ersetzung des Kohlenförderschachtes benutzen.

Auch hinsichtlich der persönlichen Sicherheit kann man bei der Seilfahrt einen viel höheren Grad von Vollkommenheit erreichen als mit einer Fahrkunst.

966. Bei der Benutzung der gewöhnlichen oder einer besonderen Fördereinrichtung zur Seilfahrt sind unter Anderem folgende Vorsichtsmaassregeln zu beobachten:

Die Seile sind regelmässig und mit grösster Sorgfalt zu revidiren; jedem dabei aufgefundenen Mangel muss ohne Zögern abgeholfen werden. Ganz besonders sind auch die Schachtleitungen sorgfältig zu revidiren. Fangvorrichtungen sind stets im besten Zustande zu halten, weil sie anderenfalls nur eine Quelle fortwährender Gefahr sind. Auch die Signalvorrichtungen zwischen dem Füllorte und der Hängebank müssen den Gegenstand fortwährender Aufmerksamkeit bilden, damit es z. B. nicht vorkommen kann, dass der Maschinist in Folge eines Missverständnisses den Förderkorb gerade in dem Momente anhebt, wo die Arbeiter am Füllorte im Einsteigen begriffen sind.

967. In Belgien sind die für die Seilfahrt zu treffenden Sicherheitsmaassregeln durch allgemeine bergpolizeiliche Vorschriften festgestellt. Dieselben machen die Anwendung von zweckmässigen Fangvorrichtungen, von Vorkehrungen zur Vermeidung des Uebertreibens über die Seilscheiben, von Schachtthüren, Schutzdächern an den Förderkörben u. s. w. obligatorisch und behalten die Festsetzung der zulässigen Anzahl der gleichzeitig fahrenden Personen, der grössten Fahrgeschwindigkeit und der Signale dem Regierungs-Bergingenieur des Districtes beziehungsweise des Arrondissements vor. Die Fördermaschine muss mit einer auf die Seilkorbaxe wirkenden Bremse sowie mit einem Teufenzeiger versehen sein. Aufseher, welche von dem Betriebsleiter zu ernennen sind, müssen alle Seilfahrtseinrichtungen täglich revidiren und sind dafür verantwortlich, dass alle Theile in tadellosem Zustande

gehalten werden. In ein auf der Grube zu haltendes Register muss das Datum der Auf- und der Ablegung jedes einzelnen Seiles sowie eine specialisirte Nachweisung der täglichen Leistung desselben u. s. w. eingetragen werden. Der Fahrschacht (mit den Fahrten) muss täglich durch einen Steiger revidirt werden *).

§. 2.

Anwendung von Maschinen unter Tage.

968. Hand in Hand mit der Entwickelung der Industrie geht das Bestreben, die Handarbeit durch Maschinenkraft zu ersetzen.

Im Innern der Gruben stösst dieses Bestreben auf viel grössere Schwierigkeiten als bei den anderen Industrien. Die Anwendung von Maschinen ist hier hauptsächlich durch das beständige Fortrücken der Arbeitspunkte und die Beengtheit der Räume erschwert.

Für gewisse Zwecke ist gleichwohl auch in den Bergwerken die Anwendung von Maschinen in der Verbreitung begriffen. Dies gilt hauptsächlich von der Gesteinsbohrarbeit, von der Förderung aus Unterwerksbauen oder in horizontalen Strecken u. s. w.

Ueber die verschiedenen Arten der zu solchen Zwecken bis jetzt zur Anwendung kommenden Motoren soll im Folgenden nur vom praktisch-bergmännischen Standpunkte Einiges gesagt werden, während alles Theoretische hier bei Seite zu lassen sein wird.

969. Dampfmaschinen. — Der Dampf zum Betriebe unterirdischer Dampfmaschinen kann entweder in unterirdischen Dampfkesseln erzeugt oder aus einer oberirdischen Dampfkesselanlage durch Rohrleitungen in die Grube geleitet werden.

Die erstere Methode hat die Nachtheile der Feuersgefahr und der schwierigeren Ueberwachung und Wartung der Kessel. In der Regel zieht man deshalb vor, den Dampf von Tage her einzuführen. In diesem Falle muss man, um zu grosse Condensationsverluste zu vermeiden, die Dampfleitungen mit schlechten Wärmeleitern umhüllen. Uebrigens kann der Wärmeverlust auch praktisch nutzbar gemacht werden, wenn man die Dampfleitung in den ausziehenden Wetterschacht legt, wo dann die Erwärmung der Luft den Wetterwechsel unterstützt.

*) In Preussen werden die Sicherheitsvorschriften für die Seilfahrt zum Theil in den allgemeinen Bergpolizeiverordnungen der Provinzial-Bergbehörden, zum Theil aber erst in der für jeden einzelnen Fall von der Behörde auszustellenden Erlaubnissurkunde erlassen. Die dabei gebräuchlichen Festsetzungen stimmen — abgesehen von einzelnen untergeordneten Punkten — im Principe mit den obigen Vorschriften überein. L.

Der Standort der Maschine muss der Kühlung wegen im Bereiche eines hinreichend lebhaften Wetterzuges liegen.

Der verbrauchte Dampf wird entweder in den ausziehenden Wetterschacht oder in den Sumpf des Pumpenschachtes abgeführt.

Unter diesen Bedingungen und wenn die Maschine sich in der Nähe des Schachtes befindet — wie dies z. B. bei einer stationären Maschine für unterirdische Streckenförderung meist der Fall sein kann — wird die Anwendung des Dampfes sich als vortheilhaft und bequem herausstellen. Sie büsst jedoch diese Vorzüge ein, sobald der Verwendungspunkt sich in einer gewissen Entfernung vom Schachte befindet. Die Erwärmung der Strecken und der Condensationsverlust werden dann zu grossen Unzuträglichkeiten, zu denen noch die Schwierigkeit der Wegschaffung des Abdampfes hinzukommt.

In diesem Falle ist die Anwendung comprimirter Luft weit vorzuziehen.

970. Comprimirte Luft. — Comprimirte Luft wird gegenwärtig in Gruben nicht nur zum Gesteinsbohren in Querschlägen u. s. w., wo die Anwendung von Dampf so gut wie unmöglich wäre, sondern auch zum Betriebe aller anderen vorkommenden Maschinen häufig angewendet. In der That besitzt die comprimirte Luft als Betriebskraft im Innern der Bergwerke grosse Vorzüge vor den anderen Motoren:

Sie kann mit Leichtigkeit, ohne Belästigung und ohne bemerkenswerthe Verluste auf grosse Entfernungen durch die Strecken fortgeleitet werden. Die aus den Cylindern entweichende Luft ist nicht nur nicht lästig und keiner besonderen Vorkehrungen zur Ableitung bedürftig, sondern kühlt und ventilirt sogar noch nebenbei den betreffenden Arbeitsraum.

Der Luftbetrieb ist allerdings meist kostspieliger als der Betrieb mit anderen mechanischen Motoren. Dieser Nachtheil kann jedoch in vielen Fällen gar nicht in Betracht kommen. Auch mag nicht unerwähnt bleiben, dass sowohl die Maschinen, in welchen die Luft comprimirt wird, wie auch diejenigen, in welchen dieselbe arbeitet, in neuerer Zeit zur Erzielung befriedigender Nutzeffecte sehr wesentlich vervollkommnet worden sind.

971. In manchen Fällen lässt sich mit Vortheil Kabel-Transmission anwenden. Es giebt verschiedene namhafte Gruben, bei denen sich die unterirdische Streckenförderung durch über Tage stehende Maschinen, deren Arbeit mittelst runder Drahtseile durch den Schacht hinabgeleitet wird, betrieben findet. Immerhin jedoch ist diese Methode auf einzelne besondere Fälle beschränkt.

972. Zuweilen endlich kommen Wassersäulenmaschinen, d. h. Maschinen, welche durch Wasserdruck betrieben werden, zur An-

wendung. Wenn z. B. in einer höheren Sohle Wasserzuflüsse vorhanden sind, welche gleichwohl erst im Grubentiefsten den Pumpen zugehen, so ist es sehr praktisch, diese Wasser in der oberen Sohle zu sammeln und in einer Rohrleitung zu einer tiefer stehenden Maschine zu führen, in welcher dann das ganze, oft beträchtliche Gefälle ausgenutzt werden kann.

Da der Nutzeffect derartiger Maschinen sehr hoch ist, so kann es sogar vortheilhaft sein, Wasser aus dem Steigrohre der Pumpen zurückfallen zu lassen, um es an entfernteren Punkten zum Betriebe kleiner Motoren zu verwenden.

§. 3.

Die Holzwirthschaft.

973. Die Holzwirthschaft ist für eine Kohlengrube ein sehr wichtiger Gegenstand. Von allen nöthigen Holzsorten muss stets ein für mehrere Monate ausreichender Bestand auf Lager sein. Zu diesem Zwecke bedarf es in der Nähe des Schachtes eines geräumigen Lagerplatzes, auf welchem die Hölzer nach Maassgabe ihrer Anlieferung aufgestapelt und geordnet werden.

974. Ebenso ist ein Platz zum Zerschneiden der Hölzer nothwendig. Besondere Arbeiter werden hier angestellt, um nach den ihnen täglich zu Theil werdenden Anweisungen die Stämme in die verschiedenen Längen zu zerlegen. Diese Arbeit muss fähigen Leuten übertragen werden, damit möglichst wenig Abfall entsteht.

Bei einigermaassen ausgedehntem Betriebe sind maschinelle Sägewerke sehr vortheilhaft. Man legt beispielsweise eine Kreissäge und zum Schneiden von Brettern, Quadratholz u. s. w. eine Trummsäge an.

975. Selbstredend wird über die zum Magazinplatze angelieferten Hölzer genau Buch geführt.

Die verwendeten Mengen müssen täglich aufnotirt werden.

976. Das Einhängen der Hölzer in die Grube erfolgt während der Nachtschicht. Alle während des Tages geschnittenen Hölzer werden von dem Lagerplatze geholt und mittelst der Förderkörbe in die Grube geschafft.

977. In der Grube muss dafür gesorgt werden, dass die herabkommenden Hölzer nicht durch einander geworfen werden. Am besten wird in der Nähe des Füllortes ein Raum hergerichtet, in welchem die Hölzer nach den verschiedenen Sorten geordnet werden können.

Während der Tagschicht werden dann die Hölzer je nach Bedürfniss abgeholt und an die Arbeitspunkte transportirt.

978. Es darf nicht geduldet werden, dsss die Arbeiter ihr Holz die Strecken entlang schleifen. Dasselbe muss entweder gefahren oder getragen werden.

Das bei der Unterhaltung der Zimmerung gewonnene Holz ist, so weit es noch brauchbar ist, in einem bestimmten Grubenraume zurecht zu hauen, um in Abbauen oder Strecken von geringerer Höhe wieder verwendet zu werden. Wenn es nicht mehr brauchbar ist, lässt man es in der Nacht herausfördern und wirft es auf Haufen, welche alle Monate oder alle vierzehn Tage verkauft werden.

§. 4.

Behandlung der Kohlen über Tage.

979. Zuweilen wird die Kohle so, wie sie aus der Grube kommt, direct verladen und abgesetzt. In diesem Falle wird in der Nähe der Schachthängebank eine Reihe einfacher Ladetrichter angelegt, in welche die Grubenwagen mittelst sogenannter Wipper entleert werden. Die Verladung gestaltet sich dann sehr wenig kostspielig. Oft oder sogar meistens jedoch ist es vortheilhafter, den Bedürfnissen der Consumenten entsprechend, die Kohlen nach der Stückgrösse in mehrere Sorten zu zerlegen; die Förderkohle wird dann einer mehr oder weniger complicirten Separation durch Rätter oder Siebe unterworfen. Man trifft Vorkehrung, dass jede Sorte direct in einen entsprechenden Eisenbahnwaggon oder dergleichen fällt und Handarbeit somit vermieden wird *).

Oft auch tritt die Nothwendigkeit ein, die Kohlen auf Vorrath zu legen (zu magaziniren), um bei vorübergehender Stockung des Absatzes die Förderung nicht zu sehr einschränken zu müssen. Man legt daher bei dem Schachte einen genügend grossen Lagerplatz an und sorgt dafür, dass auch die hier magazinirten Kohlen bequem verladen werden können.

Gewisse Kohlenarten neigen beim Lagern zur Selbsterhitzung und Selbstentzündung. Wenn dieser Fall vorliegt, thut man gut, die Kohlen in einer Reihe getrennter Haufen aufzustapeln und jeden derselben durch ausgesparte Canäle, welche nöthigenfalls mit Hülfe von Brettern oder Reisig offen zu halten sind, zu ventiliren. Durch diese Lüftung der einzelnen Haufen wird die Selbsterhitzung der Kohlen verzögert oder sogar verhindert.

*) Auf die von Westfalen aus auch in anderen Kohlendistricten, wenigstens für Kokekohlen, mehr und mehr Eingang findenden Kohlenwäschen mag hier nur anmerkungsweise hingewiesen werden, da deren Betrieb nicht nothwendig zum eigentlichen Grubenbetriebe zu rechnen ist. L.

Andere Kohlenarten haben sogar die Eigenschaft, unter der abwechselnden Einwirkung von Regen und Sonnenschein sich in bedenklichem Grade zu verschlechtern. Man muss sich dann zur Anlegung überdeckter Magazine verstehen, um nicht durch den entstehenden Minderwerth der Kohlen allzugrossen Schaden zu erleiden.

§. 5.

Organisation der Arbeit.

980. Jeder, der auch nur kurze Zeit hindurch den Gang eines Kohlengrubenbetriebes verfolgt, erkennt, dass im Allgemeinen die Beaufsichtigung der Arbeiter derjenige Punkt ist, der am meisten zu wünschen übrig lässt. In dieser Beziehung bieten unterirdische Arbeitspunkte ausserordentlich viel grössere Schwierigkeiten als oberirdische. Hauptsächlich der Umstand, dass erstere häufig auf sehr beträchtliche Entfernungen zerstreut sind, macht es auch bei dem besten Willen des Beamtenpersonals schwierig, wenn nicht unmöglich, an jedem Punkte eine genügend rege Aufsicht auszuüben.

Der Regel nach muss man deshalb den Arbeiter an seiner Arbeit direct interessiren, d. h. seinen Lohn nach seiner Leistung variiren lassen. Zu diesem Zwecke giebt man ihm seine Arbeit „ins Gedinge“, und bemisst seinen Lohn entweder nach der aufgefahrenen Länge oder nach der herausgewonnenen Kohlenmenge. Die Aufsicht hat sich dann nur noch darauf zu richten, ob die zwischen dem Bergwerksbetreiber und dem Arbeiter festgesetzten Bedingungen genau eingehalten werden, z. B. ob das Ort in der vorgeschriebenen Richtung getrieben oder ob der Abbaustoss mit der vorgeschriebenen Breite zu Felde geführt wird, ob die Arbeit gut verbaut wird, ob das richtige Ansteigen beobachtet wird u. s. w. Das Wieviel der Arbeitsleistung wird nur von Zeit zu Zeit einfach registrirt. Der Antrieb zum Fleisse ist dem Arbeiter dadurch gegeben, dass er die Höhe seines Verdienstes im Verhältniss zu der Leistung stehen sieht.

981. Die Bedingungen eines Gedinges müssen zwischen den beiden Parteien genau festgestellt werden. Wenn die Arbeit von geringerer Bedeutung ist und man es mit zuverlässigen Arbeitern zu thun hat, genügt eine mündliche Vereinbarung; in allen anderen Fällen aber muss das Gedinge mit allen Bedingungen schriftlich abgeschlossen und von beiden Parteien unterzeichnet werden.

982. Gewöhnlich hält der Bergwerksbetreiber von dem Lohne der Arbeiter eine Caution in Händen, welche ihnen erst ausgezahlt wird, wenn die Arbeit nach den vereinbarten Bedingungen gänzlich ab-

gewickelt ist. Wenn diese Vorsichtsmaassregel nicht gebraucht wird, sind die Arbeiter geneigt, bei der ersten ihnen aufstossenden Schwierigkeit die Arbeit zu verlassen. Es ist aber von höchstem Interesse für den Bergwerksbetreiber, dass die einmal verdungene Arbeit auch ohne Unterbrechung zu Ende geführt werde.

Es ist klar, dass, wenn im Laufe der Ausführung einer Gedingearbeit sich ganz unerwartete, bedeutende Schwierigkeiten einstellen, wie z. B. störende Wasserzuflüsse oder Schlagwetterausströmungen oder eine starke Verdrückung des Flötzes u. s. w., der Bergwerksbetreiber hierauf allerdings Rücksicht nehmen muss und nicht unbilliger Weise auf dem Vertrag bestehen darf; denn eine Arbeit wird nur deshalb im Gedinge vergeben, um den Arbeiter anzuspornen und nicht um ihn zu entmuthigen.

Wenn sonach von dem Gedingevertrag unter gewissen Umständen seitens des Bergwerksbetreibers zu Gunsten des Arbeiters abgewichen werden muss, so darf andererseits selbstredend niemals das Umgekehrte, d. h. ein Abweichen zu Ungunsten des Arbeiters, geschehen.

Mit jenen Extravergütungen muss übrigens sehr sparsam umgegangen werden, da sonst die Arbeiter sich darauf verlassen und träger werden. Bei der Bemessung des Betrages hat auch der von den Arbeitern entwickelte Fleiss und das bis dahin in dem betreffenden Gedinge verdiente Lohn, sowie die Frage, ob die Arbeit nicht etwa in der Zukunft desto lohnender werden wird, in Betracht zu kommen.

983. Wenn eine Arbeit im Gedinge vergeben werden soll, geschieht dies in der Regel auf dem Wege der Versteigerung. Tag und Stunde der Vergebung werden einige Zeit vorher bekannt gemacht und der Zuschlag erfolgt an den Mindestfordernden.

Dieses System scheint sehr praktisch, es kann jedoch auch seine Unzuträglichkeiten haben. Es kommt z. B. vor, dass die Arbeiter aus Missgunst oder sonstigen persönlichen Gründen sich gegenseitig so herunterbieten, dass sie schliesslich die Arbeiten viel zu billig übernehmen. Sie arbeiten dann eine Schicht an dem betreffenden Punkte und geben alsbald das Unternehmen auf. Zuweilen auch bleiben sehr mittelmässige Arbeiter Mindestfordernde; dieselben arbeiten dann nachlässig und begnügen sich eben mit einem geringen Lohne.

Sehr häufig ist es daher vorzuziehen, über das Gedinge mit einer Auswahl guter Arbeiter zu verhandeln und auf die Versteigerung zu verzichten.

Man kann auch eine Art geheimer, schriftlicher Submission wählen. Man lässt die Arbeiter bis zu einem vorher bestimmten Schlusstermin einzeln ihre Forderungen deponiren, ohne dass sie diejenigen ihrer Kameraden kennen. In den meisten Fällen wird dieses Verfahren sich am besten bewähren.

984. Bei den Aus- und Vorrichtungsarbeiten versteht sich der Gedingesatz wohl immer pro laufenden Meter. Die übrigen Bestimmungen des Gedingevertrages beziehen sich auf die einzuhaltenden Dimensionen und die Richtung, auf das — meist inbegriffene — Verbauen, auf die Caution, die Dauer des Vertrages und Anderes mehr.

985. Bei den Abbauarbeiten kann sich das Gedingewesen je nach den Verhältnissen sehr verschieden gestalten, zumal man es hier häufig mit verschiedenen zusammenwirkenden Arbeiterkategorieen zu thun hat. Diejenige Arbeiterkategorie, welcher in allen Fällen in erster Linie Gedinge zu machen ist, sind natürlicher Weise die Kohlenhauer. Von ihrer Arbeit hängt, bei gegebenen Verhältnissen, am meisten die Höhe und die Qualität der Production ab.

986. Das Vollkommenste würde hiernach offenbar sein, die Kohlenhauer gleichzeitig nach diesen beiden Richtungen hin zu interessiren. In der Regel jedoch lässt sich diese Combination nur annähernd erreichen. Höchstens wird z. B. für reine Grieskohlen ein besonderer Gedingesatz bestimmt und dann auf die mangelhafte Aushaltung des Grieses aus der Förderkohle sowie auf die Förderung „unsauberer“ d. h. zuviel Berge enthaltender Kohle eine Strafe gesetzt. Die eigentliche Grundlage des Gedingesatzes ist auch bei den Kohlenhauern die Quantität der Leistung.

987. Die Quantität der Leistung kann bei einem Kohlenhauer entweder nach der gelieferten Kohlenmenge oder nach der abgebauten Fläche berechnet werden.

Die erstere Methode empfiehlt sich bei regelmässigem Flötzverhalten. Für jedes Flötz kann dann ein Normalgedinge aufgestellt werden, welches nach dem nothwendigen Arbeitsverdienst eines Arbeiters und dem pro Schicht von demselben erreichbaren Productionsquantum berechnet ist. Es ist dann nichts weiter nöthig, als dass die Förderwagen vor ihrem Abgang aus dem Abbaupunkte mit der Nummer dieses Punktes bezeichnet, über Tage aufnotirt und auf ihre richtige Ladung geprüft werden.

988. Wenn die Flötze häufigen Störungen, Verdrückungen u. s. w. unterworfen sind, ist die Verdingung nach der Fördereinheit (Hectoliter, Tonne, Wagen) nicht angängig, weil jene Unregelmässigkeiten zu stark auf die Production einwirken. In einem Flötz von ursprünglich 1,20 m Mächtigkeit, welches sich bis auf 0,50 m verdrückt, müsste der Arbeiter, um nach wie vor seinen Lohn zu verdienen, das tägliche Vorrücken auf das Zwei- und einhalbfache steigern, was absolut unmöglich ist.

Gerade die abzubauende Fläche vielmehr wird wenig von den Mächtigkeitsänderungen beeinflusst und die Flächeneinheit ist es daher,

auf welche in solchen Fällen der Gedingesatz am besten begründet wird.

989. Am Ende jeder Lohnperiode (14 Tage oder 1 Monat) wird dann die zurückgelegte Länge durch einen der Grubenbeamten gemessen. Bei streichenden Strebstössen wird diese Länge oben und unten gemessen und der Durchschnitt berechnet.

Aus der Breite resp. flachen Höhe des Abbaustosses zu Anfang und zu Ende der Arbeitszeit ergiebt sich die mittlere Breite resp. flache Höhe und aus der Multiplication der Länge und Breite die abgebaute Fläche. Es ist darauf zu achten, dass die Breite genau in der Richtung des Streichens und die flache Höhe genau in der Richtung des Einfallens gemessen wird.

990. Diese Messungen werden von Zeit zu Zeit durch den Ingenieur oder durch den Markscheider beim Nachtragen der Grubenrisse controlirt. Es lässt sich leicht in gewissen Zeiträumen constatiren, ob die nach jenen Messungen zurückgelegten Längen mit den Plänen übereinstimmen.

991. Da, wie schon oben hervorgehoben, die Kohlenhauer durch ihr Gedinge nur an dem Quantum ihrer Leistung interessirt sind, so bedarf es hinsichtlich der Qualität der Förderung einer sehr strengen, intensiven Beaufsichtigung.

Man kann das Aufsichtspersonal zu dem erforderlichen Eifer anspornen, indem man es in der später zu erwähnenden Weise an dem Resultate interessirt.

Die Bezahlung der Kohlenhauer nach der Flächeneinheit begünstigt auch das Verlorengehen von Kohlen im Bergeversatz. Wenn eine solche Arbeit nicht ganz unablässig beaufsichtigt wird und besonders wenn sie nicht rasch genug von den hereingewonnenen Kohlen entleert wird, werfen die Arbeiter, um schneller vorzurücken, Kohlen unter den Bergeversatz. Die einzige Controle gegen solchen Unfug ist dann, am Schlusse der Lohnperiode nachzurechnen, ob die erhaltene Production des Abbaustosses mit dem Producte aus der abgebauten Fläche und der Schüttung des Flötzes übereinstimmt.

992. Bei den alle 14 Tage*) stattfindenden Lohnungen wird entweder nur mit den Vormännern der einzelnen Unternehmergruppen abgerechnet und diesen das Lohn zur Weitervertheilung an ihre Mitunternehmer ausgehändigt, oder, was besser ist, jeder einzelne Arbeiter erhält sein Geld nach Maassgabe der verfahrenen Schichten direct ausgezahlt. Auf letztere Weise werden Reclamationen und viele andere

*) Es wird entweder alle 14 Tage oder nur alle Monate vollständig abgerechnet und im letzteren Falle zwischen den eigentlichen Lohnregulirungen eine Abschlagslohnung vorgenommen. L.

Unzuträglichkeiten vermieden, wenn auch das Lohnungsgeschäft dadurch etwas complicirter wird.

993. In vielen Gruben wird das Schrämen, das Hereingewinnen und Wegräumen der Kohlen, sowie das Verbauen von ein und denselben Arbeitern ausgeführt; in anderen Gruben hinwiederum ist jede dieser Arbeiten einer besonderen Arbeiterkategorie übertragen.

Da die Kohlenhauer in der Regel die bestbezahlten Arbeiter sind, so ist es im Principe rationeller, dieselben auch ausschliesslich zu Hauerarbeiten zu verwenden, da die anderen Arbeiten von geringwerthigeren Arbeitskräften ausgeführt werden können. Das Plus an täglichem Vorrücken, welches der Kohlenhauer leisten kann, wenn er sich um nichts Anderes, als um die Bearbeitung des Flötzes zu bekümmern braucht, wiegt die Mehrausgabe für ein etwas zahlreicheres Personal reichlich auf. Hier gilt eben, wie in jeder Industrie, das Gesetz der Arbeitstheilung.

Man wird also, wo es angeht, diesem Principe der Arbeitstheilung folgen. Fälle, in denen dies nicht möglich ist, sind unter Anderem folgende:

Bei sehr schlechtem Gebirge ist es besser, dass die Kohlenhauer selbst verbauen. Wenn beim Vorrücken jeden Augenblick wieder ans Einbringen von Stützen gegangen werden muss, würden besondere Verbauer durch ihre Arbeit die Kohlenhauer nur immerfort stören und behindern. Zum Verbauen der Abbaustellen lassen sich nur dann besondere Arbeiter verwenden, wenn das Gebirge auf die ganze Länge des täglichen Vorrückens sich selber trägt. In diesem Falle kommen die Verbauer erst heran, wenn die Kohlenhauer fort sind, die beiden Arbeiten sind also dann ganz von einander getrennt.

Wenn man für den Kohlentransport zum Förderwagen keine besonderen Schaufler oder dergleichen anstellen kann, wird dieses Geschäft ebenfalls von den Kohlenhauern mit besorgt. Wo es angeht, ist aber auch in dieser Beziehung die Arbeitstheilung vorzuziehen.

Wenn das Flötz so wenig Zusammenhang hat, dass man nicht die ganze Tiefe des täglichen Vorrückens auf einmal unterschrämen kann, bleibt nichts übrig, als dieselben Arbeiter abwechselnd schrämen und abkohlen zu lassen.

994. Das Streckennachführen (beim Strebbau) geschieht immer im Gedinge. Jede Strecke wird an einen Unternehmer vergeben, der pro laufenden Meter bezahlt wird. Derselbe hat die Zimmerung auszuführen und womöglich auch alle hereingewonnenen Berge in den Abbauraum zu schaffen. Er bezahlt, wie die Aus- und Vorrichtungsarbeiter, sein Pulver und seine Zündschnur, falls Schiessarbeit angewendet wird, selbst.

995. Der Bergeversatz wird fast überall im Schichtlohn hergestellt, besonders wenn er gut werden soll. Man kann ihn eigentlich nur dann im Gedinge vergeben, wenn der Bergefall in dem betreffenden Baufelde weder zu gross noch zu gering ist, um die Räume gerade auszufüllen. In diesem Falle ist es das einfachste, den Versatz durch die Streckenhauer herstellen zu lassen; diesen wird dann zur Bedingung gemacht, dass sie alle hereingewonnenen Berge auch wirklich versetzen.

Wenn dagegen Berge von anderswoher herbeigeschafft werden müssen oder wenn das Flötz zu viel Berge liefert, muss der Versatz im Schichtlohn ausgeführt werden, wenn Ungehörigkeiten vermieden werden sollen.

996. Falls der Kohlentransport in der Arbeit von besonderen Arbeitern besorgt wird, pflegt dies ebenfalls im Schichtlohn zu geschehen; die jungen Arbeiter, welchen dieses Geschäft übertragen wird, werden einerseits durch die Kohlenhauer, andererseits durch die Schlepper fortwährend zur Thätigkeit angehalten.

997. Wenn die Production eines Abbaustosses eine regelmässige und nicht zu geringe ist, kann die zugehörige Handförderung (Schlepperarbeit) besonders verdungen werden *). Die Arbeit wird entweder für die verschiedenen Abbaustellen im Einzelnen vergeben, wobei das Gedinge für jeden Fall nach der Förderlänge normirt wird, oder ein einziger Unternehmer erhält die Handförderung in der ganzen Grube übertragen. In letzterem Falle wird das Gedinge immer für einen gewissen Zeitraum abgeschlossen, nach dessen Ablauf der Preis nach den inzwischen veränderten Verhältnissen von Neuem normirt wird. Derselbe versteht sich gewöhnlich pro Förderwagen und ist auch aus diesem Grunde darauf zu achten, dass die Wagen immer gut gefüllt sind.

998. Die Arbeit in einer Grube muss nicht nur organisirt, sondern auch beaufsichtigt und Tag für Tag in ihrem Gange verfolgt werden.

Die ganze Belegschaft einer Grube steht unter der directen Aufsicht von Obersteigern, Steigern und Unteraufsehern. So hat etwa jede Schachtanlage einen Obersteiger und unter diesem für jede Abtheilung einen Steiger. Jede dieser Steigerabtheilungen kann wieder

*) Dies kommt wohl nur bei dem belgischen Strebbau vor, wo einerseits jeder der ausgedehnten Abbaustösse eine reichliche und regelmässige Production liefert, andererseits die Handförderung wegen der schwachen Flötze eine grössere Rolle spielt. Bei dem Pfeilerbau auf unseren etwas stärkeren Flötzen (z. B. in Saarbrücken und Westfalen) findet in diesen beiden Beziehungen das Umgekehrte statt und pflegen daher die Schlepper in dem Gedinge der Kohlenhauer mit inbegriffen zu sein. L.

verschiedene Baufelder umfassen, von denen jedes durch einen dem Steiger untergebenen Unteraufseher beaufsichtigt wird.

Bei der Organisation der Aufsicht, welche im Einzelnen sehr mannigfaltig sein kann, sind folgende beiden Punkte besonders zu beachten:

999. 1. Die Befugnisse jedes Aufsichtsorganes müssen bestimmt festgestellt sein, um Conflicte und Missverständnisse zu vermeiden. Wenn das Aufsichtspersonal sich nicht zusammen verträgt, wenn Reibungen zwischen den einzelnen Beamten vorkommen, kann der Betrieb nicht gedeihen. Derartiges muss unter allen Umständen vermieden werden; jeder Beamte hat die ihm übertragenen Befugnisse genau innezuhalten, sich strict nach den Befehlen seines unmittelbaren Vorgesetzten zu richten und sich zu bemühen, diesen bei seinen Dispositionen zu unterstützen.

Hauptsächlich zwischen dem Personal der Tag- und demjenigen der Nachtschicht kommen leicht Reibungen vor; gerade solche sind von den allerschädlichsten Folgen, zumal wenn die Förderung Tag und Nacht geht und für jede Schicht ein besonderer Obersteiger da ist.

Der Betriebsleiter muss Alles aufbieten, um zu erreichen, dass alle Organe, sich gegenseitig helfend, harmonisch zusammenwirken und zum Besten der gemeinsamen Sache beitragen.

1000. 2. Das Aufsichtspersonal muss an den Resultaten materiell interessirt sein. Dies lässt sich auf verschiedene Weise erstreben.

Gewöhnlich lässt man das Gehalt der Betreffenden aus einem fixirten und einem variablen Theil bestehen, welcher letztere, die Prämie, sich je nach den Ergebnissen des Betriebes bemisst. Diese Prämien müssen hoch genug sein, um wirklich anspornend zu wirken, und vor allen Dingen auf kleine Zeitabschnitte berechnet und vertheilt werden, damit der Beamte sieht, wie seine Leistungen gewürdigt werden.

1001. Ein anderer wichtiger Punkt ist die Arbeiterschichten-Controle.

Gewöhnlich hat man auf jeder Schicht einen Anschreiber, der die Runde durch alle Arbeitspunkte macht und die angetroffenen Arbeiter notirt. Hierzu bedarf es ganz besonders zuverlässiger Leute und auf jeden Fall muss diese Arbeit in irgend einer Weise controlirt werden.

Letzteres kann beispielsweise dadurch geschehen, dass man in der Lampenstube von einer mit dem unterirdischen Betriebe nicht in Berührung stehenden Person ein Controlebuch führen, nämlich jeden Arbeiter, der am Schalter seine Lampe in Empfang nimmt, aufnotiren lässt. Am Ende der Lohnperiode muss die von den unterirdischen Anschreibern notirte Schichtenzahl mit derjenigen des Controlebuches genau übereinstimmen.

Man kann auch jedem Arbeiter vor dem Anfahren durch den Steiger eine Marke aushändigen lassen, welche beim Besteigen des Fördergerippes an den Anschläger wieder abzugeben ist. Letzterer wirft sie in eine verschlossene Büchse, welche nach beendigter Anfahrt abgeholt wird. Da der Anschläger keinen Arbeiter anfahren lassen darf, der nicht seine Marke abgiebt, so ist die Zahl der in der Büchse befindlichen Marken diejenige der angefahrenen Leute.

Das erstere System ist das bessere, weil es nicht nur die Zahl, sondern auch die Namen der angefahrenen Arbeiter liefert. Wenn also das Schichtenbuch des unterirdischen Anschreibers nicht mit der Controle übereinstimmt, so kann man den Fehler leichter ausfindig machen und berichtigen.

Oft auch befinden sich die Anschreiber über Tage und die Arbeiter lassen sich notiren, wenn sie aus dem Schachte herauskommen. Die Lohnliste wird dann täglich, unabhängig von der Anfahrtscontrole, durch die Steiger nachgetragen. Dieses Verfahren scheint das beste zu sein.

1002. Bei einem gut organisirten Betriebe ist es nicht damit genug, dass die Arbeiter von den Anschreibern in einer beliebigen Reihenfolge aufnotirt werden. Die Belegschaft muss auch nach Abbaustellen oder wenigstens nach Flötzen geordnet ersichtlich gemacht werden.

Das Schichtenbuch des Anschreibers muss daher nach Abbaustellen, Bauabtheilungen oder Flötzen eingetheilt sein, ebenso wie die im Grunde nur eine Reinschrift des Schichtenbuches darstellende Lohnliste. Man kann dann am Ende jeder Lohnperiode sagen, was die Kohlen an jeder Abbaustelle an Arbeitslohn gekostet haben, kann sich also über die Bedingungen des Betriebes an jeder Stelle die nöthige Rechenschaft geben.

Das Schichtenbuch erhält daher — vorbehaltlich der je nach den Umständen erforderlichen Abweichungen — etwa folgende Eintheilung:

1003. A. Flötz Nr. 1.

Capitel 1. — Abbau.

Dieses Capitel enthält die mit Schrämen, Abkohlen u. s. w. beschäftigten Arbeiter.

Capitel 2. — Zwischenförderung.

Enthält die Schaufler, Schlittenzieher, Schlepper, Bremser und Anschläger an den Bremsbergen u. s. w.

Capitel 3. — Verbauen.

Enthält die Arbeiter zum Verbauen der Abbaustätten.

Capitel 4. — Bergeversatz.

Arbeiter zum Laden, Transportiren und Versetzen der Berge.

Capitel 5. — Streckennachführen.

Streckenhauer u. s. w.

Capitel 6. — Streckenunterhaltung.

Arbeiter zur Unterhaltung der Grundstrecken, Strebstrecken, Bremsberge, Wetterstrecken u. s. w.

Capitel 7. — Verschiedenes.

Lampenträger, Holzschlepper, Vorbohrer und deren Handlanger, u. s. w.

B. Flötz Nr. 2.

Dieselben Capitel.

C. Flötz Nr. 3 u. s. w.

Am Ende jeder Lohnperiode wird aus dieser Nachweisung ein übersichtlicher Auszug resp. eine Zusammenstellung für den Betriebsleiter angefertigt. Das Muster für eine solche Zusammenstellung wurde bereits bei Nr. 472 auf S. 277 gegeben.

1004. Zu den obigen Capiteln, welche die beim Abbaubetriebe vorkommenden Arbeiten umfassen, treten in dem Schichtenbuche noch folgende Capitel hinzu:

a) Aus- und Vorrichtungsarbeiten,
b) Förderung,
c) Aufsichtspersonal,
d) Sonstiges Personal,

z. B. Schachtzimmerhauer, Anschläger am Förderschacht, Lampenanzünder, Gestängeleger und alle sonstigen Arbeiter, welche nicht zu einer bestimmten Bauabtheilung gehören.

1005. In einer in vorstehender Weise angeordneten Lohnliste kann ein und derselbe Arbeiter, wenn er während der betreffenden Lohnperiode an verschiedenen Arbeitspunkten beschäftigt gewesen ist, zu wiederholten Malen vorkommen. Zum Zwecke der Auslohnung muss aber der gesammte Lohnbetrag jedes Arbeiters ohne langes Nachsuchen zu ersehen sein. Es wird daher aus der Hauptliste eine zweite Liste zusammengestellt, in welcher die Arbeiter in alphabetischer Reihenfolge und ohne weitere Zusätze nur mit ihren ganzen Lohnbeträgen aufgeführt sind. Diese Liste gestattet zugleich dem Betriebsleiter, sich durch einen Blick zu überzeugen, ob nicht ein oder der andere Arbeiter etwa zu sehr bevorzugt worden ist.

1006. Damit der Dirigent den Gang des Betriebes verfolgen kann, müssen die verschiedensten und eingehendsten Nachweisungen fortwährend bei ihm zusammenlaufen.

Am Schlusse jedes Monats stellt man gewöhnlich eine Selbstkostenberechnung auf, in welcher sämmtliche Unkosten, sowohl die directen Gewinnungskosten, wie die General-, Amortisations-, Bank- und sonstigen Kosten berücksichtigt und auf die Production vertheilt werden. Auf diese Weise erhält man den wahren Selbstkostenpreis pro Mengeneinheit des Productes, kann denselben mit dem Verkaufspreise vergleichen und sich über den Gewinn oder Verlust Rechenschaft geben.

Diese monatliche Selbstkostenberechnung genügt aber noch nicht. Es muss eine tägliche Controle der Betriebskosten möglich sein. Zu diesem Zwecke kann man sich damit begnügen, täglich einen annähernden Werth für die unterirdischen Arbeitslöhne zu berechnen, da diese Ausgabe die hauptsächlichste und veränderlichste ist und für den Gesammt-Selbstkostenpreis meist bestimmend ist. Das Verfahren ist etwa folgendes:

Jeden Tag reichen die verschiedenen Schichtenanschreiber einen genauen Rapport über die Vertheilung der Arbeiter ein. Ein Muster für einen solchen Rapport stellt die Tabelle I. am Schlusse des Buches dar. Die in dem Rapport angegebene Gesammtzahl der angefahrenen Leute muss, wie schon weiter oben bemerkt, mit der Controlezählung übereinstimmen.

Indem man diese Zahl mit dem durchschnittlich pro Schicht gezahlten Lohne multiplicirt, erhält man die annähernde Höhe der Unkosten an Arbeitslohn für den betreffenden Tag. Eine einfache Division liefert dann den Selbstkostenpreis an Arbeitslohn pro Tonne oder pro Hectoliter der Förderung.

Der in der Rechnung angenommene durchschnittliche Schichtlohnsatz kann nur ein annähernder sein, da ein grosser Theil der Arbeiten im Gedinge ausgeführt wird, mithin der verdiente Lohn erst am Ende der Lohnperiode genau bekannt wird. Man gelangt jedoch zu einem vollauf genügenden Annäherungswerthe, wenn man für alle Tage der betreffenden Lohnperiode das durchschnittliche Schichtlohn der vorhergehenden Periode annimmt. Letzteres wird gefunden, indem man die Summe des gezahlten Arbeitslohnes durch die Gesammtzahl der verfahrenen Schichten dividirt. Für gewöhnlich wird die so gefundene Zahl von einer Lohnperiode zur anderen kaum um einige Pfennige schwanken.

Wenn mehrere Schachtanlagen (Grubenabtheilungen) vorhanden sind, so kann man, um die Annäherung und die Vergleichung zu erleichtern, täglich eine Zusammenstellung der Lohnkosten nach dem Muster von Tabelle II. (am Ende des Buches) anfertigen.

1007. Der zuerst erwähnte monatliche Selbstkostenpreis und die soeben besprochene Berechnung der täglichen Lohnkosten beziehen sich auf die ganze Grube oder wenigstens auf ganze Grubenabtheilungen. Der Betriebsleiter muss sich aber ausserdem auch über die Kosten jeder einzelnen Abbaustelle (eventuell Baufeldes) oder jedes Flötzes mindestens am Schlusse jeder Lohnperiode Rechenschaft geben können. Dies ist, da die Lohnliste in der früher angegebenen Weise nach Flötzen und Capiteln eingetheilt ist, sehr leicht zu erreichen. Man braucht nur die Capitelbeträge aufzusummiren und die Summe durch die Production der betreffenden Abbaustelle (Baufeldes, Flötzes) zu dividiren, wie schon früher (472) gezeigt wurde.

1008. Um den Gang der Gedingearbeiten zu verfolgen, empfiehlt es sich, ein Register über diese Arbeiten zu führen, welches für jede Lohnperiode (14 Tage oder 1 Monat) das Vorrücken, das durchschnittliche Schichtlohn u. s. w. nachweist.

1009. Nach Vorstehendem muss also der Betriebsleiter, um den Gang des Betriebes zu verfolgen, zu seiner Verfügung haben:

1. Täglich den genauen Rapport der Schichtenanschreiber, welcher ihm die Zahl und die Vertheilung der angefahrenen Belegschaft und die ungefähre Lohnsumme der ganzen Grubenanlage giebt.

2. Mindestens am Ende jeder Lohnperiode die Berechnung der Selbstkosten an Arbeitslohn für jede Abbaustelle (eventuell Baufeld) oder wenigstens für jedes Flötz.

3. Alle Monate die Berechnung des wirklichen Selbstkostenpreises, einschliesslich aller Ausgaben.

4. Das Gedingeregister, welches ihn fortwährend über den Gang und den Stand der betreffenden Arbeiten unterrichtet hält.

Der Betriebsleiter wird sich je nach Bedürfniss noch andere Nachweisungen verschaffen; die aufgezählten sind jedoch die wichtigsten.

Tabelle I. — (Seite 623). Arbeiterverzeichniss vom 28. August 1880.

Grube Schachtanlage

Bezeichnung der Arbeitspunkte	Zahl der Arbeiter																												Zusammen	Production in Tonnen	Nutzleistung der Kohlenhauer	Bemerkungen
	Aufsichtspersonal					Abbau														Förderung			Aus- und Vorrichtung			Sonstiges Personal						
	Obersteiger	Steiger	Aufseher (Schichtenanschreiber)			Schrämer	Abkohler	Verbauer	Schaufler	Lader	Streckenhauer	Bergeversetzer	Handlanger	Holzschlepper	Vorbohrer	Sonstige Arbeiter				Schlepper	Pferdeknechte		Hauer	Handlanger		Anschläger am Schachte	Zimmerhauer					

Tabelle II. — (Seite 623) Täglicher Arbeitslohn während der Lohnperiode vom 15. August bis . . . 1880.

Datum	Schacht Nr. 1					Schacht Nr. 2					Schacht Nr. 3					Zusammen				
	Zahl der Arbeiter	Mittl. Lohn pro Schicht		Production	Preis pro Tonne	Zahl der Arbeiter	Mittl. Lohn pro Schicht		Production	Preis pro Tonne	Zahl der Arbeiter	Mittl. Lohn pro Schicht		Production	Preis pro Tonne	Zahl der Arbeiter	Mittl. Lohn pro Schicht		Production	Preis pro Tonne
Dienstag, 15. Mittwoch, 16.																				
Summe bezw. Durchschnitt																				

Nachträgliche Anmerkungen.

1. Zu Seite 47, Zeile 1 v. o. „Wolken von Kohlenstaub, welche entweder schon vorher in den Grubenbauen existiren, oder durch eine Wetterexplosion *) aufgewirbelt werden,“ u. s. w.

*) oder durch einen ausblasenden Sprengschuss, d. h. durch einen Schuss, der seine Sprengwirkung nicht ausübt, sondern nur den Besatz vorne herauswirft.

2. Daselbst, Zeile 5 v. o. „so dass die Explosion eine Ausdehnung erlangt, die sie ohne die Gegenwart des Kohlenstaubes vielleicht nicht erreicht haben würde“ *).

*) Die in allerneuester Zeit bei Saarbrücken angestellten, umfangreichen Versuche haben ergeben, dass der feine, trockene Staub mancher Fett- und Gaskohlen auch ohne das Vorhandensein einer Spur von Grubengas förmliche Explosionen liefern kann. Zu diesem Effekte braucht der Staub nicht einmal in der Luft suspendirt zu sein, sondern es genügt, wenn eine Ablagerung desselben durch einen ausblasenden Sprengschuss aufgewirbelt wird und die aufgewirbelte Wolke mit der Flamme des Schusses in Berührung kommt. Bei den gefährlichsten Staubsorten pflanzt sich dann die Explosion so weit fort, als die Ablagerung des feinen, trockenen Staubes überhaupt reicht.

3. Zu Seite 220, Zeile 6 v. u. „Wir wollen nachstehend die sämmtlichen zu beachtenden Vorsichtsmaassregeln zusammenfassen:“ *).

*) Die Gefahr, welche das Vorhandensein explosiblen Kohlenstaubes auch bei gänzlicher Abwesenheit von Grubengas in sich birgt, ist hier noch nicht berücksichtigt. Die gegen diese Gefahr zu ergreifenden Vorsichtsmaassregeln sind — abgesehen von der nicht überall ausführbaren künstlichen Netzung — dieselben, welche gegen Schlagwetter übrig bleiben, wenn das Mittel der Ventilation nicht mehr ausreicht: Beschränkung oder Abschaffung der Schiessarbeit. Die Beschränkung kann z. B. darin bestehen, dass man, wie dies in England für schlagwettergefährdete Gruben schon vorgeschrieben ist, die Sprengschüsse erst nach Ausfahrt der Hauptbelegschaft wegthun lässt.

L.

Berichtigungen.

Seite 48, Zeile 15 v. u.: Statt „Flamm- oder Gaskohlen“ lies: „Gaskohlen“.

Seite 68, Zeile 10 v. o.: Statt „Flammkohlen“ lies: „bituminöse Sinter- und Sandkohlen, sogenannte Flammkohlen“.

Seite 69, Zeile 13 v. u.: Statt „entsprechend dem früher erwähnten allgemeinen Gesetze“ lies: „entsprechend dem früher (94) für das belgische Becken constatirten Gesetze“.

Seite 298, Zeile 3 v. u.: Statt „besonderes Capitel“ lies: „besonderer Abschnitt“.

Seite 474, lies „Abbau schwacher Flötze“ als Ueberschrift bei §. 2.

Seite 503, unten: Statt „§. 2. Abbau mittelstarker Flötze“ lies: „§. 3. Abbau mittelstarker und mächtiger Flötze“.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Demanet, Charles

Der Betrieb der Steinkohlenbergwerke

Braunschweig 1885

BHS I B 283
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11558153-0